



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

VÝTAHY PRO DOPRAVU OSOB

LIFTS FOR PASSENGER TRANSPORT

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Stanislav Zámečník

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Miroslav Škopán, CSc.

BRNO 2021

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav automobilního a dopravního inženýrství
Student: **Stanislav Zámečník**
Studijní program: Strojírenství
Studijní obor: Základy strojního inženýrství
Vedoucí práce: **doc. Ing. Miroslav Škopán, CSc.**
Akademický rok: 2020/21

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Výtahy pro dopravu osob

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Kritická rešerše současných konstrukčních řešení výtahů pro dopravu osob zejména ve vícepodlažních budovách.

Analýza pohonných systémů, kabin a jejich vedení, zajištění bezpečnosti.

Stručná analýza závazných předpisů pro konstrukci a provoz výtahů v ČR.

Cíle bakalářské práce:

Kritická rešerše nejužívanějších konstrukčních řešení výtahů vybraných světových výrobců.

Analýza pohonných systémů, kabin a jejich vedení, zajištění bezpečnosti.

Předpokládané směry vývoje v oblasti konstrukčních řešení.

Přehled platných legislativních předpisů pro konstrukci výtahů a jejich uvádění do provozu v ČR s vlastními komentáři a závěry.

Seznam doporučené literatury:

SHIGLEY Joseph E., Charles R. MISCHKE a Richard G. BUDYNAS. Konstruování strojních součástí. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2010. Překlady vysokoškolských učebnic. ISBN 978-80-2-4-2629-0.

ČSN EN 81-20 ed. 2. Bezpečnostní předpisy pro konstrukci a montáž výtahů - Výtahy pro dopravu osob a nákladů - Část 20: Výtahy pro dopravu osob a osob a nákladů. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018, 182 s.

ČSN EN 81-21. Bezpečnostní předpisy pro konstrukci a montáž výtahů - Výtahy pro dopravu osob a osob a nákladů - Část 21: Nové výtahy pro dopravu osob a osob a nákladů v existujících budovách. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018, 32 s.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2020/21

V Brně, dne

L. S.

prof. Ing. Josef Štětina, Ph.D.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce je souhrnem využívaných konstrukčních řešení pohonů výtahů, a to z hlediska jejich efektivity, prostorové úspornosti a využitelnosti v jednotlivých budovách. V práci je také na základě dostupných informací souhrn konstrukčních řešení světových výrobců, kde je provedeno porovnání mezi jednotlivými typy. Jsou zde také popsány hlavní části výtahů a jejich funkce. Dále práce obsahuje výjimečná konstrukční řešení výtahů a přehled platné legislativy.

KLÍČOVÁ SLOVA

Výtah, výtahový stroj, trakční pohon, hydraulický pohon, výtah OTIS Gen2

ABSTRACT

This bachelor's thesis is a summary of the used design solutions for elevator propulsions, in terms of their efficiency, space-saving, and usability in individual buildings. The thesis is also, based on available information, a summary of design solutions from world manufacturers, where a comparison is made between individual types. Additionally, the main parts of the elevators and their functions will also be described here. Furthermore, the thesis contains exceptional design solutions for elevators and an overview of the applicable legislation.

KEYWORDS

Elevator, elevator machine, traction drive, hydraulic drive, elevator OTIS Gen2

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

ZÁMEČNÍK, Stanislav. *Výtahy pro dopravu osob* [online]. Brno, 2021 [cit. 2021-05-07]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/132314>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav automobilního a dopravního inženýrství. Vedoucí práce Miroslav Škopán.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením doc. Ing. Miroslava Škopána, CSc. a s použitím informačních zdrojů uvedených v seznamu.

V Brně dne 21. května 2021

.....

Stanislav Zámečník

PODĚKOVÁNÍ

Tímto děkuji svému vedoucímu bakalářské práce panu doc. Ing. Miroslavu Škopánovi, CSc. za vstřícnost, ochotu, cenné rady a odbornou pomoc. Dále děkuji své rodině za podporu při studiu.

OBSAH

Úvod.....	10
1 Charakteristika výtahů.....	11
1.1 Výtahy v současné době	11
1.2 Výrobci výtahů	11
1.3 Rozdělení výtahů	12
1.3.1 Rozdělení podle pohonů [1]	12
1.3.2 Rozdělení podle použití [4]	12
1.3.3 Rozdělení podle typu provedení [4]	12
1.3.4 Rozdělení podle polohy plošiny [3]	12
1.4 Parametry výtahů	13
1.5 Schéma výtahu	13
2 Hlavní části výtahů.....	14
2.1 Nosné orgány.....	14
2.1.1 Ocelová lana.....	14
2.1.2 Plochá lana	15
2.1.3 Kloubové řetězy	15
2.2 Výtahový stroj	16
2.2.1 Elektrický pohon	18
2.2.2 Spojky	19
2.2.3 Brzdy	19
2.2.4 Hnací lanový kotouč	20
2.2.5 Rám výtahového stroje.....	21
2.3 Výtahová klec	21
2.3.1 Kabina výtahu	21
2.3.2 Dveře kabin a šachet	22
2.3.3 Závěs klece.....	22
2.3.4 Vedení klece.....	23
2.4 Vyvažovací závaží.....	24
2.5 Vodítka klece.....	24
2.6 Zachycovače	24
2.7 Omezovače rychlosti	25
2.8 Nárazníky	25
3 Pohony výtahů	26
3.1 Trakční pohony.....	26
3.1.1 Porovnání klasického trakčního výtahu a výtahu bez strojovny	26
3.2 Bubnový pohon	27
3.3 Hydraulický pohon	28
3.3.1 Porovnání hydraulického výtahu a trakčního výtahu.....	29
4 Konstrukční řešení vybraných světových výrobců	30
4.1 Otis	30
4.2 Kone	31
4.3 Wittur.....	31
4.4 Shrnutí vybraných konstrukčních provedení.....	32

5	Výjimečná řešení výtahů.....	33
5.1	Systém magnetických výtahů multi	33
5.2	Osobní výtah oběžný	34
6	Předpokládané směry vývoje výtahů	35
7	Legislativa.....	36
7.1	Nařízení vlády	36
7.2	ČSN EN 81-20	37
7.3	ČSN EN 81-50	37
7.4	ČSN EN 81-70 ed.2	37
7.5	ČSN EN 81-71 +AC	37
7.6	ČSN 27 4011	38
7.7	ČSN 27 4002	38
7.8	ČSN 27 4007	38
7.9	ČSN EN 81-28 +AC	39
7.10	ČSN EN 81-73	39
7.11	ČSN EN 81-80	39
	Závěr.....	41
	Použité informační zdroje.....	42

Úvod

Výtah je v současné době nedílnou součástí našich životů. Málokdo si dokáže představit vícepodlažní bytovou jednotku, administrativní budovu, obchodní dům nebo nemocnici bez výtahu. Výtah je dopravní prostředek, který slouží k usnadnění a k zrychlení dopravy osob a nákladu ve vertikálním směru mezi jednotlivými podlažími. S rostoucími nároky na bezpečnost je doprava výtahy v současné době naprosto bezpečná, než tomu bylo v samotných počátcích výroby výtahů. Mezi nejvýznamnější výrobce výtahů v Česku patří firmy OTIS, KONE.

Výtahy mají dlouholetou historii. První výtah se začal využívat před více než 200 lety př. n. l. a sestrojil ho Archimédes. Tento výtah především sloužil pro přepravu těžkých břemen. V České republice se první výtah vybudoval v 18. století. V 19. století byl vynalezen výtah s parním pohonem, který vypadal jako ty dnešní. Dříve se využíval jen bubnový pohon výtahu, trakční pohony se objevily až v pozdější době. Následně díky rostoucím nárokům na efektivnější přepravu osob a také s rostoucí výškou budov byla potřeba konstruovat výkonnější stroje. Proto byly vyvíjeny různé typy pohonů a různé konstrukční řešení, které jsou obsaženy v této bakalářské práci.

Cílem této bakalářské práce je rešerše konstrukčních řešení světových výrobců výtahů pro dopravu osob. Dále analýza pohonných systémů, bezpečnostních prvků, kabin a jejich vedení. Posledním cílem je vytvoření stručného přehledu platné legislativy.

První část práce se věnuje problematice výtahů, kde je uvedena definice výtahů, rozdělení, základní a doplňující parametry a schéma výtahu s popisem jednotlivých částí.

V druhé části jsou podrobně popsány hlavní části výtahu. Především velká pozornost je věnována nosným orgánům a výtahovému stroji. Dále je popsána výtahová klec a jednotlivé bezpečnostní prvky.

V třetí části se práce zabývá jednotlivými výtahovými pohony. Zde jsou popsány trakční, bubnové a hydraulické pohony a následně je provedeno jejich porovnání.

Ve čtvrté části se práce věnuje konstrukčním řešením světových výrobců. Od každého výrobce je vybrán jeden zástupce z řady výtahů a následně je proveden jejich rozbor.

Pátá část je věnována legislativě. V této části je vytvořený přehled platné legislativy a na základně uvážení je vybráno 6 aktuálních nebezpečí, které jsou slovně popsány.

1 CHARAKTERISTIKA VÝTAHŮ

Výtahem rozumíme strojní zařízení, které slouží k vertikální dopravě osob a břemene mezi dvěma nebo více místy (stanicemi). Přeprava osob nebo břemen probíhá na plošině, která je nosnou částí kabiny výtahu nebo klece. Klec je vedena pevnými vodítky, která jsou zakotvena na stěnách šachty výtahu. Vodítka umožňují pouze translační pohyb nahoru a dolů. Klec je zavěšena na jednom nebo více nosných orgánech, které ji spojují s motorickým zdvihacím ústrojím (výtahovým strojem). [2]

Práce výtahu je většinou přerušovaná, to znamená, že nastupování a vystupování osob nebo nakládání a vykládání břemen probíhá při stojící kabině. Existují také výtahy s nepřetržitým pracovním provozem, např. osobní výtahy oběžné (páternostery), u kterých nastupování a vystupování probíhá za provozu.[2]

1.1 VÝTAHY V SOUČASNÉ DOBĚ

V současné době je výtahová technika poznamenána neustálým zlepšováním dosavadních konstrukcí, aplikací nových netradičních návrhů a způsobu jejich využití (např. systém magnetických výtahů Multi). Také bylo zjištěno, že v oblasti běžných výtahů nebude zapotřebí nutně zvýšit hodnotu zrychlení (zpomalení), což by se u cestujících projevilo nepříjemnými přechodovými stavy. Dnešní hodnota zrychlení se pohybuje mezi $0,6$ až 2 m/s^2 a trhnutí (jerk) mezi $0,8$ až 4 m/s^3 . Rychlost otevírání a zavírání dveří je v dnešní době optimální a zajišťuje vysokou úroveň bezpečnosti provozu. Všechny moderní výtahy jsou dnes řízeny pomocí mikroprocesorů, díky kterým je zajištěna plynulost a efektivnost vertikální dopravy. [1]

V poslední době se snaží legislativa všechny výtahy přizpůsobit potřebám osob s omezenou schopností pohybu a orientace.

Nejpoužívanějším výtahem v současné době je z hlediska technického provedení trakční výtah s elektrickým pohonem. Tento typ výtahu můžeme nalézt v obytných i komerčních budovách.

1.2 VÝROBCI VÝTAHŮ

V současné době se na světě nachází několik významných firem, které se zabývají výrobou a modernizací výtahů.

Největší zahraniční výrobci výtahů:

- Otis a.s. (USA),
- Kone a.s. (Finsko),
- ThyssenKrup s.r.o. (Německo),
- Schindler a.s. (Švýcarsko).

Největší výrobci výtahů v České republice:

- Výtahy (Velké Meziříčí),
- Liftcomp (Ostrava),
- VOTO výtahy (Plzeň),
- MSV výtahy (Hradec Králové).

1.3 ROZDĚLENÍ VÝTAHŮ

Výtahy dělíme podle různých aspektů. Jedním z nejdůležitějších aspektů je druh pohonu. Dále výtahy dělíme podle použití, typu provedení, polohy strojovny.

1.3.1 ROZDĚLENÍ PODLE POHONŮ [1]

- 1) Výtahy s elektrickým pohonem
 - a) Výtahy osobní a nákladní s doprovodem osob
 - Výtahy se samoobsluhou
 - Výtahy určené pro provoz s ustanoveným řidičem
 - b) Výtahy nákladní se zakázanou dopravou osob
 - Výtahy, do jejichž klece mohou při manipulaci s břemeny vstupovat osoby
 - Výtahy, do jejichž klece osoby vstupovat nemohou
 - c) Malé nákladní výtahy do nosnosti 100 kg
 - d) Stolové výtahy (chodníkové)
 - S ustanoveným řidičem
 - Se zakázanou dopravou osob
 - e) Osobní výtahy oběžné (páternostery)
 - f) Výsypné výtahy (skipové)
- 2) Výtahy s hydraulickým pohonem
 - a) Přímé
 - b) Přímé boční
 - c) Nepřímé
- 3) Výtahy s pneumatickým pohonem

1.3.2 ROZDĚLENÍ PODLE POUŽITÍ [4]

- 1) Osobní výtahy
- 2) Nákladní výtahy
- 3) Automobilové výtahy
- 4) Lodní výtahy
- 5) Stavební výtahy
- 6) Důlní výtahy

1.3.3 ROZDĚLENÍ PODLE TYPU PROVEDENÍ [4]

- 1) Trakční výtahy
- 2) Hydraulické výtahy
- 3) Bubnové výtahy
- 4) Řetězové výtahy
- 5) Šikmé výtahy
- 6) Zdvihací plošiny

1.3.4 ROZDĚLENÍ PODLE POLOHY PLOŠINY [3]

- 1) Výtahy se strojovnou nad šachtou
- 2) Výtahy se strojovnou vedle šachty
- 3) Výtahy se strojovnou pod šachtou
- 4) Výtahy bez strojovny (výtahový stroj v šachtě)
- 5) Výtahy se strojovnou mimo šachtu (až 10 m od šachty)

1.4 PARAMETRY VÝTAHŮ

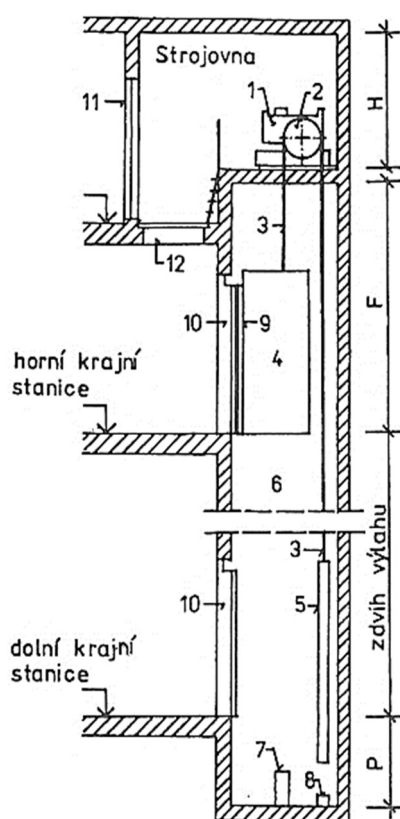
Základními parametry výtahů jsou nosnost a jmenovitá dopravní rychlost. Nosnost výtahu je nejvyšší dovolená hmotnost břemene, kterým se smí klec za provozu zatížit. Jmenovitá dopravní rychlost je teoretická rychlost klece, pro kterou je výtah konstruovaný. Provozní dopravní rychlost výtahu se může lišit od jmenovité hodnoty o $\pm 15\%$. [1]

Doplňující parametry, které blíže určují typ výtahu, jsou zejména: [1]

- zdvih a počet stanic,
- rozměry klece, šachty a strojovny,
- napětí elektrické sítě, hustota spínání a zatěžovatel,
- druh řízení výtahu,
- provedení a ovládání šachetních dveří,
- umístění výtahů v budově,
- stanovení prostředí,
- počet výtahů.

Na základě těchto parametrů navrhujeme nové výtahové mechanismy.

1.5 SCHÉMA VÝTAHU



Obrázek 1 Osobní výtah se strojovnou nad šachtou: 1) výtahový stroj, 2) hnací lanový kotouč, 3) nosná lana, 4) klec, 5) vyvažovací závaží, 6) šachta, 7), 8) nárazníky 9) dveře klece, 10) šachetní dveře, 11) dveře do strojovny, 12) montážní otvor, H) výška strojovny, P) prohlubeň [5]

2 HLAVNÍ ČÁSTI VÝTAHŮ

Mezi základní části výtahu patří nosné orgány, což jsou ocelová lana nebo kloubové řetězy, na kterých je zavěšena klec a vyvažovací závaží. Další částí výtahu je výtahový stroj, který je zdvihacím ústrojím a nachází se ve strojovně. Výtahový stroj se skládá z hnacího elektromotoru, mechanického převodového ústrojí, stavící brzdy, hnacího lanového kotouče u trakčního pohonu, drážkového navíjecího bubnu u bubnového pohonu nebo řetězové kladky u řetězového pohonu. Výtahový stroj se dále skládá ze spojek, hřídelů, čepů, ložisek a rámu výtahového stroje. Důležitou část tvoří výtahová klec. Klec je nosnou částí výtahu, ve které se dopravují osoby nebo náklad. Je tvořena ocelovou kostrou, ve které je uložena kabina. K ocelové kostře klece jsou připevněny závěsy nosných orgánů, vodící čelisti, zachycovače, závěs a pohon kabinových dveří. Poslední částí je vyvažovací závaží, které vyvažuje hmotnost klece s kabinou, příslušenstvím a část hmotnosti břemena. Vyvažovací závaží je vedeno pomocí vodítek buď ve stejné šachtě jako klec, nebo v samostatné šachtě. Bezpečnostním prvkem jsou zachycovače, které zachytí klec, když se přetrhnou nosné orgány. [1] [2]

2.1 NOSNÉ ORGÁNY

Nosnými orgány u výtahů mohou být ocelová lana, plochá lana nebo kloubové řetězy. Přenášejí sílu pro zdvihání klece nebo vyvažovacího závaží z výtahového stroje. Z hlediska bezpečnosti jsou nosné orgány jedním z nejdůležitějších prvků.

2.1.1 OCELOVÁ LANA

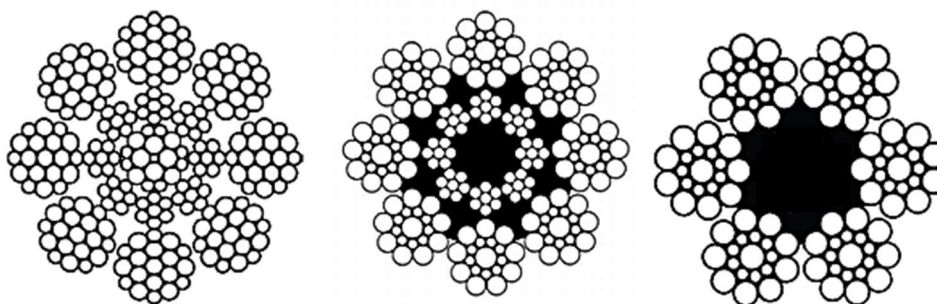
Jak je uvedené v [1] a [2], měly by ocelová lana splňovat konstrukční požadavky a vlastnosti, které jsou uvedené v následujících odstavcích.

Lana jsou vyrobena ze speciálních drátů kruhového průřezu spletených do pramenů vinutých kolem duše. Pro výtahy se používají šestipramenná nebo osmipramenná ocelová lana. V dnešní době roste požadavek na větší ohebnost lana a zmenšení kladky, proto se v posledních letech od šestipramenných lan ustupuje. Lana mají většinou 114, popř. 222 drátů a jmenovitou pevnost 1300 až 1800 MPa. Většinou se používají ocelová lana o jmenovitém průměru min. 8 mm. Ocelová lana jsou různých konstrukcí např.: PAWO, DruLift, SEAL (obr. 2).

Výtahy pro přepravu osob musí mít klec zavěšenou minimálně na dvou lanech, které musí mít jmenovitý průměr větší než 10 mm. Výtah s nosností 320 kg musí mít klec zavěšenou na třech lanech, při větší nosnosti na čtyřech lanech.

Lana počítáme pouze na tah od statického zatížení, přičemž vypočítaná bezpečnost musí být větší nebo rovna koeficientu bezpečnosti v závislosti na druhu pohonu, výtahu a rychlosti lana. Minimální bezpečnost výtahových lan pro osobní výtahy u bubnového pohonu je 9, pro výtahy s trakčním pohonem je 11 (do 1 m/s).

Bezpečnost provozu výtahů vyžaduje, aby opotřebovaná a poškozená lana byla včas vyměněna. Hlavním kritériem pro posouzení, kdy je lano potřeba vyměnit, je počet viditelných zlomů drátů na určité délce lana. Počet přípustných zlomů lana závisí na konstrukci lana. U lan protisměrných se zlomy zjišťují jednodušeji než u lan stejnosměrných. U lan stejnosměrných není spletení tak pevné, proto je musíme vyměnit dříve než lana protisměrná. Lano je dále potřeba vyřadit, pokud se na některém místě lana vyskytne značná koroze nebo dojde k nápadnému místnímu zúžení lana.



Obrázek 2 Ocelová lana PAWO (vlevo), DruLift (uprostřed), SEAL (vpravo) [6] [7] [8]

2.1.2 PLOCHÁ LANA

Plochá lana jsou chráněna houževnatým polyuretanem. Každé lano obsahuje v řadě za sebou poskládané prameny (obr. 3). Oproti klasickým ocelovým lanům zaručují plochá lana mnohem klidnější a tišší chod, omezují vibrace v kabině a jsou lehčí. Mají vynikající ohebnost a odolnost proti opotřebení, proto mají větší životnost než lana ocelová. S trakčním kotoučem mají větší styčnou plochu. Díky tomu je možné zmenšit průměr trakčního kotouče i ostatních kladek. Plochá lana jsou vyvinuta tak, aby mohla přenášet velmi vysoké síly v tahu. Hlavní výhodou je, že se nemusí mazat. Tato technologie byla vynalezena firmou Otis Elevator Company.



[1]

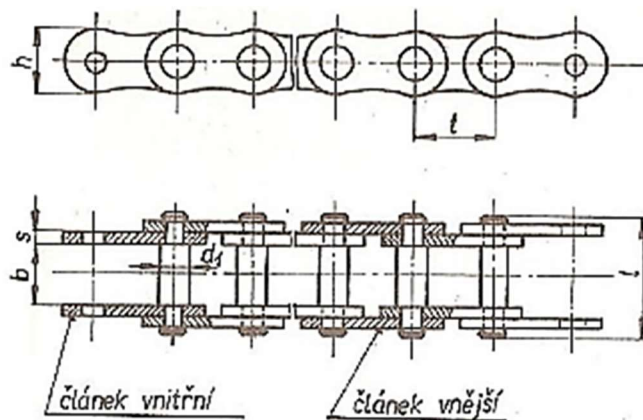
Obrázek 3 Ploché lano [11]

2.1.3 KLOUBOVÉ ŘETĚZY

Řetězy jako nosné orgány se používají jen u některých typů výtahů s jmenovitou dopravní rychlostí do 0,3 m/s, např. u oběžných osobních výtahů (páternosterů) nebo nákladních výtahů stolových (chodníkových). Nejčastěji využíváme Gallovy řetězy (obr. 4) s výjimkou oběžných výtahů, kde se využívají speciální kloubové řetězy. Gallův řetěz je složen ze střídavě spojených vnějších a vnitřních článků, které jsou tvořeny jedním čepem a příslušným počtem destiček. Dle normalizační komise jsou destičky vykrojené nebo rovné. Vykrojené destičky se používají u roztečí do 80 mm a destičky rovné u roztečí nad 80 mm. Řetězy o rozteci nad 45 mm mají čepy opatřeny podložkami. Zajištění destiček proti axiálnímu posuvu na čepu je provedeno roznyťováním konce čepu nebo pomocí závlaček. [2]

Výhodami Gallových řetězů je značná ohebnost a odolnost proti rázům. Nevýhodami je velká hmotnost řetězů a prodlužování vlivem opotřebení. Gallův řetěz nesnese namáhání ohybem. [2]

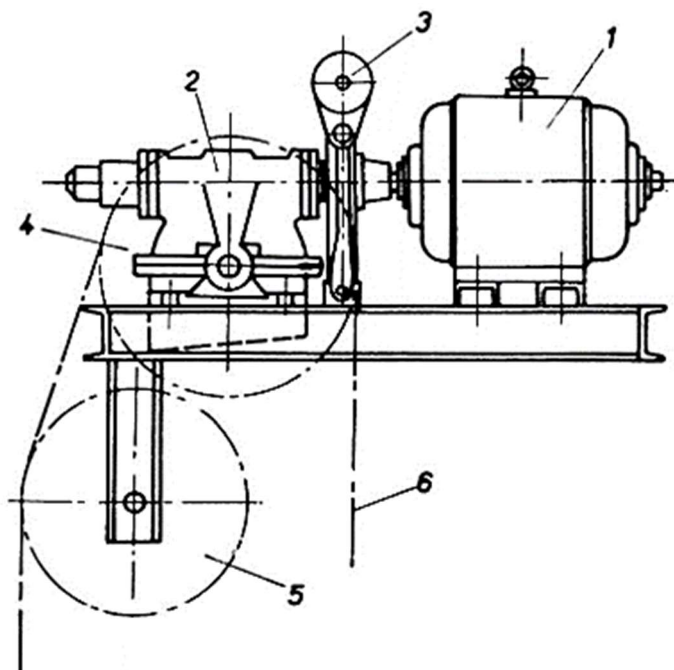
Řetězy se počítají pouze na tah. Bezpečnost Gallových řetězů musí být minimálně 8 pro všechny druhy výtahu. [2]



Obrázek 4 Gallův řetěz [2]

2.2 VÝTAHOVÝ STROJ

Výťahový stroj je motorickým zdvihacím ústrojím výtahu. Hlavními částmi výtahového stroje jsou elektromotor, převodový mechanismus, hnací lanový kotouč, mechanická brzda, spojky, ložiska, hřídele a rám výtahového stroje. [1]



Obrázek 5 Schéma výtahového stroje: 1) motor, 2) převodovka se spojkou, 3) brzda, 4) hnací kotouč, 5) vodící kotouč, 6) závěsná lana [12]

PŘEVODOVÝ VÝTAHOVÝ STROJ

Jak je uvedené v [1], měly by převodové výtahové stroje splňovat veškeré vlastnosti, které jsou uvedené v následujících čtyřech odstavcích.

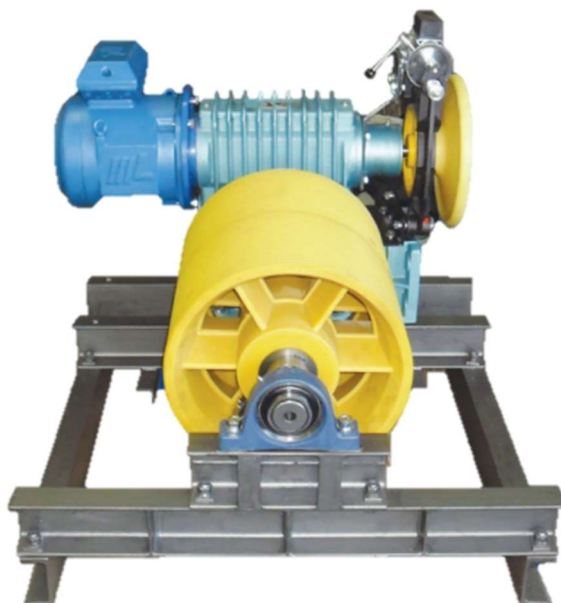
Výtahový převodový stroj se používá při menších jmenovitých dopravních rychlostech. Součástí převodu je nejčastěji šneková převodovka. Šnek je obvykle válcový a šnekové kolo globoidní.

Hlavními výhodami šnekového soukolí je velký převodový poměr $i=5$ až 100, nízká hmotnost, velká zatížitelnost, tichý a plynulý chod po celou dobu provozu. Speciální výhodou je samosvornost, která může sloužit jako bezpečnostní prvek, když dojde k poruše, tak nedovolí při libovolném momentu na výstupní hřídeli její otáčení, výtah zůstane stát na místě.

Nevýhodami je nízká účinnost, která se pohybuje v rozsahu 45 až 55 %. Pro dosažení vysoké účinnosti šnekového převodu je potřeba dokonalé mazání soukolí. Účelem mazání je také odvod tepla vznikajícího třením. Mazivo také vytváří poměrně silný olejový filtr na povrchu zubů, který tlumí rázy, vibrace a hluk soukolí.

Šnekové skříně se vyrábějí buď se šnekem v horní, nebo v dolní poloze. Umístění šneku v horní poloze má řadu výhod: snadnější kontrola šneku a snazší utěsnění převodové skříně v místech ložisek šneku. Dolní poloha má výhodu v dokonalejším mazání šneku.

Příklad převodového stroje je na (obr. 6) Jedná se o výtahový stroj s označením ALFA, který vyrábí firma WYKOV sídlící v Brně. Tento typ stroje se vyznačuje vysokou účinností šnekového soukolí (až 88 %), nízkou hlučností (do 55 dB), dlouhou životností a jednoduchou montáží ve strojovně výtahu. Tento výtahový stroj lze použít pro výtahy do nosnosti až 1000 kg. Dosahuje jmenovité rychlosti 0,63m/s. Elektromotor má 5,5 kW a dosahuje 960 ot/min. Montážní šířka je větší než 700 mm.



Obrázek 6 Převodový výtahový stroj ALFA od firmy WYKOV [13]

BEZPŘEVODOVÝ VÝTAHOVÝ STROJ

Jak je uvedené v [1], měly by bezpřevodové výtahové stroje splňovat veškeré vlastnosti, které jsou uvedené v následujících dvou odstavcích.

Bezpřevodový výtahový stroj nemá převodovku a využívá pomaloběžný stejnosměrný elektromotor buzený permanentním magnetem. Tento výtahový stroj je vhodný pouze pro vyšší jmenovitou rychlost. Vyskytují se dva hlavní typy konstrukce. Prvním typem je klasické uspořádání, kde se rotor s permanentními magnety točí uvnitř statorové skříně s vinutím. Druhým typem je talířové provedení, kde má statorové vinutí tvar disku, vedle něho se točí rotor s magnety, který má také tvar disku.

Mezi výhody bezpřevodových výtahových strojů patří mnohem vyšší účinnost vůči klasickým výtahovým strojům se šnekovou převodovkou a také vyšší účinnost pohonů spojená s nižšími provozními náklady za elektrickou energii, plynulé řízení otáček, plynulost rozjezdů a dojezdů, nízká hlučnost, také má výhodu v menším rozměru a tím ušetření místa.

Příklad bezpřevodového stroje je na (obr. 7) Jedná se o výtahový stroj s označením ZAtop, který vyrábí firma ZIEHL-ABEGG pocházející z Německa. Tento výtahový stroj lze použít pro výtahy do nosnosti až 1000 kg. Dosahuje jmenovité rychlosti až 2,5 m/s. Elektromotor má 3,9 kW. Montážní šířka je menší než 400 mm. Lze vidět, že má menší rozměry než převodový výtahový stroj, což je zapříčiněné právě odebráním převodového mechanismu.



Obrázek 7 Bezpřevodový výtahový stroj od firmy ZIEHL-ABEGG [14]

2.2.1 ELEKTRICKÝ POHON

Nejdůležitější aktivní částí výtahů je pohon, a proto požadavky na něho kladené vyplývají přímo z účelu celého výtahového zařízení. Pohon výtahu musí zajistit dopravu osob nebo nákladů z úrovně jedné stanice výtahu přesně do úrovně jiné v co nejkratším čase a při příjemném průběhu jízdy s minimálními pořizovacími a provozními náklady a při co nejmenším nepříznivém ovlivňování okolí výtahu. [2]

Elektromotory by měly splňovat tyto základní požadavky: [2]

- záběrný moment co největší,
- jmenovitá rychlost by měla být co největší,
- motor musí být schopen pracovat v obou směrech otáčení,
- hlučnost a chvění motoru musí být co nejmenší,
- musí být z motoru vyvedeny oba konce hřídele, protože tyto konce jsou upraveny pro nasazení ručního kola pro nouzový ruční pohon výtahu.

Ostatní požadavky kladené na výtahový pohon nejsou příliš odlišné od požadavků kladených na ostatní technická zařízení jako např.: co nejmenší provozní a pořizovací náklady, velká životnost a spolehlivost. Kvůli speciálním požadavkům je výtahový elektromotor často větší a dražší než elektromotor stejného výkonu určený pro všeobecné použití. Pro pohon výtahů jsou vhodné dva základní typy elektromotorů: trojfázový asynchronní elektromotor a synchronní elektromotor. [2]

Jak je uvedené v [1], měly by asynchronní a synchronní elektromotory splňovat vlastnosti a požadavky, které jsou zahrnuty v následujících čtyřech odstavcích.

JEDNORYCHLOSTNÍ ASYNCHRONNÍ MOTOR S KOTVOU NAKRÁTKO

Používá se při malých rychlostech z důvodu nepřesnosti zastavení. Tento motor je typický menším poměrným záběrným proudem, malou hlučností a malými nároky na chlazení. Rozjezd výtahu je dán momentovou charakteristikou tohoto motoru a zastavení z plné rychlosti je provedeno mechanickou brzdou.

JEDNORYCHLOSTNÍ ASYNCHRONNÍ MOTOR S KOTVOU KROUŽKOVOU

Používá se u výtahů v případech, kdy je obtížné přímé připojení motoru s kotvou nakrátko na síť pro značné záběrové proudy. Potřebného momentu pro rozběh dosáhneme vhodnou volbou velikosti spouštěcích odporů.

DVOURÝCHLOSTNÍ ASYNCHRONNÍ MOTOR

Používá se tam, kde nevyhovují jednorychlostní elektromotory, hlavně z důvodu pro velkou nepřesnost zastavení ve stanici. Proto má elektromotor k dispozici dvě rychlosti otáčení. Jedna rychlost se používá ke zpomalení výtahu před zastavením, tím se zvyšuje přesnost zastavení ve stanici.

SYNCHRONNÍ MOTOR

V dnešní době nejvyužívanější elektromotor. Napájení a řízení tohoto elektromotoru je zajištěno vhodnými měniči kmitočtu. Největší výhodou je podstatně vyšší účinnost proti asynchronnímu motoru. Také je schopný díky své vyšší účinnosti uspořit až 30 % nákladů na elektrickou energii.

V dnešní době se už skoro klasické asynchronní elektromotory nepoužívají, právě kvůli zmiňované vyšší účinnosti synchronních motorů.

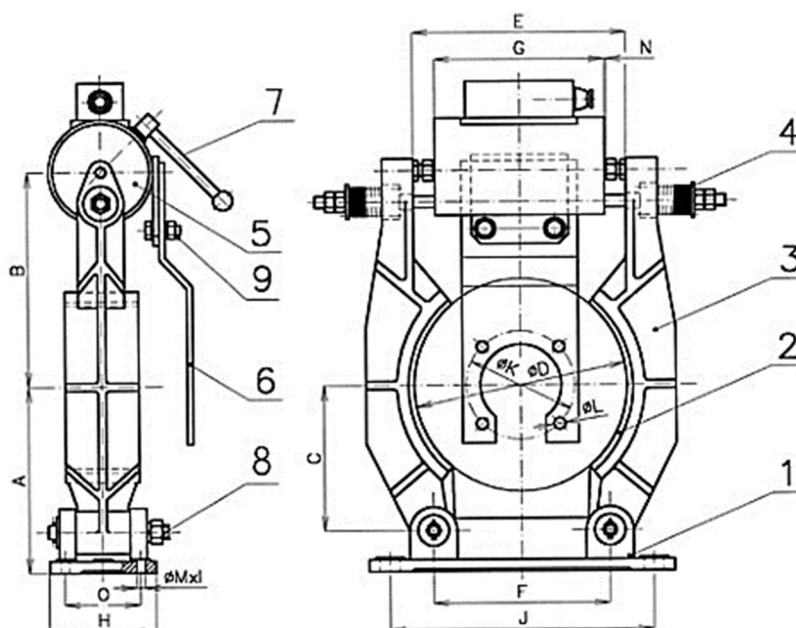
2.2.2 SPOJKY

U běžných výtahových strojů se spojky využívají pro spojení hnacího hřídele elektromotoru a vstupního hřídele převodovky. Používá se pružná spojka, která umožňuje montáž i při malé nesouososti hřídelů, anebo malém natočení os obou hřídelů. Tyto spojky dokážou tlumit rázy při rozběhu. V některých případech je součástí spojky i brzdový kotouč. [1]

2.2.3 BRZDY

Brzda výtahového stroje je jedním z nejdůležitějších prvků. Slouží k udržování pohonu v klidovém stavu mezi jízdami. Musí být navržena tak, aby nebylo nutné příliš časté seřizování, protože špatně seřízená brzda je příčinou nepřesného zastavování kabiny ve stanici. [2] [15]

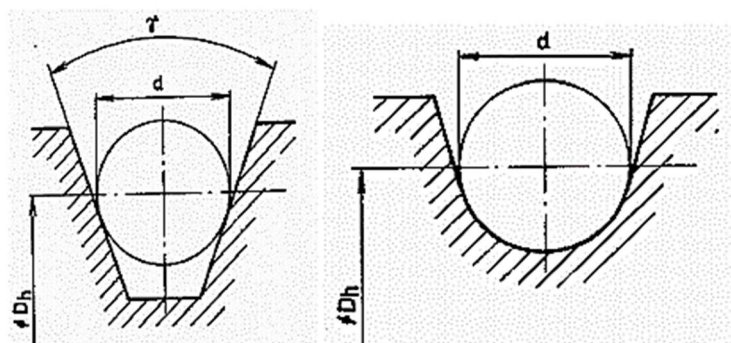
Kvůli bezpečnosti musí brzda působit i při výpadku elektrického proudu, proto je brzdný účinek vyvolán mechanicky závažím nebo tlačnými pružinami, odbrzdění probíhá elektricky. Brzda musí být z hlediska nouzové situace vybavena ručním odbrzděním. [2] [15]



Obrázek 8 Schéma dvojčinné čelistové brzdy: 1) stojan brzdy, 2) brzdové obložení, 3) čelist brzdy, 4) pružina brzdy, 5) elektromagnet, 6) držák brzdy, 7) páka ručního odbrzdění, 8) matice šroubu pro uchycení na stojan, 9) šroub pro uchycení na držák brzdy [15]

2.2.4 HNACÍ LANOVÝ KOTOUČ

Hnací lanový kotouč slouží k přenosu obvodové síly z lanového kotouče na nosná lana, tento přenos probíhá výhradně třením. Životnost lan vzrůstá s rostoucím průměrem hnacího kotouče. Minimální průměr kotouče se stanovuje v závislosti na jmenovitém průměru nosného lana, ze vztahu vyplývá, že by průměr hnacího kotouče měl být 40násobkem průměru použitých lan. Věnc hnacího kotouče je drážkován. Drážky musí být přesně vyrobené a udržované v dobrém stavu, jinak by docházelo k prokluzu, a tedy k opotřebení lan i drážek. Nejčastěji se využívají dva různé profily: klínová drážka a polokruhová drážka. [1]



Obrázek 9 Klínová a polokruhová drážka [1]

U klínových drážek vzrůstá schopnost přenosu hnací síly se zmenšujícím se úhlem drážky, současně vzrůstá opotřebení lana a klesá jeho trvanlivost. [1]

Polokruhové drážky se využívají tam, kde není možné z důvodu vysokého měrného tlaku mezi lanem a drážkou užít drážky klínové. Trakční schopnost je nižší než u klínových drážek, proto musí být větší úhel opásání, který dosáhneme využitím dvojího opásání hnacího kotouče. Výhodou těchto drážek je větší životnost nosných lan a tišší chod oproti drážkám klínovým. [1]

2.2.5 RÁM VÝTAHOVÉHO STROJE

Rámy jsou nejčastěji svařeny z válcovaných profilů. Dříve se rámy strojů i odlévali. Na rámu je upevněný výtahový stroj. Rám může být umístěn na podlaze strojovny, upevněn ve stěnách horní části šachty nebo leží na vodítkách. [2]

2.3 VÝTAHOVÁ KLEC

Klec výtahu je vedena po ocelových vodítkách kotvených v šachtě. Slouží k dopravě osob nebo nákladu. Konstrukce klece výtahů se vyrábí z ohýbaných profilů, které jsou lehčí než válcované profily, ze kterých se klece vyráběli dříve. Pokud se na stěny klece, strop, podlahu a dveře použije plnostěnný materiál, musí být v horní a spodní části větrací otvory. Světlá výška klece výtahů pro dopravu osob musí být minimálně 2 m. Strop klece musí chránit osoby před předměty spadlými do šachty. Konstrukce klece musí být navržena tak, aby bez trvalých deformací snesla namáhání při normálním provozu výtahu i při zachycení klece na vodítkách zachycovacím ústrojím a při dosednutí klece na nárazníky. [1]

K ocelové kostře klece je připevněn závěs, pomocí kterého je klec upevněna k nosným orgánům. Dále jsou ke kostře připevněny zachycovače, závěs a pohon kabinových dveří a vodící čelisti. Také z hlediska bezpečnosti musí být klec vybavena elektrickým zajištěním, které zabraňuje uvedení výtahu do chodu s otevřenými dveřmi. [1]

2.3.1 KABINA VÝTAHU

Kabina výtahu je část, se kterou přichází cestující do kontaktu, proto je zde kladen velký důraz na design a pohodlí. Dnešní design výtahů už není to, co zdaleka býval. Dřevěné stěny byly plně nahrazeny nerezovou ocelí nebo tvrzeným sklem. V některých případech můžeme vidět i barevné provedení stěn. Využívá se úsporné LED osvětlení, namísto zářivek. Každá moderní kabina je vybavena zrcadlem a madlem. K modernizaci došlo také u ovládacích panelů, čím dál více se využívají dotyková tlačítka v kombinaci s mechanickými nebo mechanická tlačítka s kombinací LCD obrazovek. Dále jsou kabiny vybaveny hlásiči požáru, zvukovými signalizacemi, rohovými a okopovými lištami. [16]



Obrázek 11 Moderní kabina



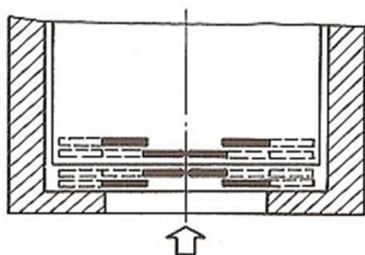
Obrázek 10 Zastaralá kabina [17]

2.3.2 DVEŘE KABIN A ŠACHET

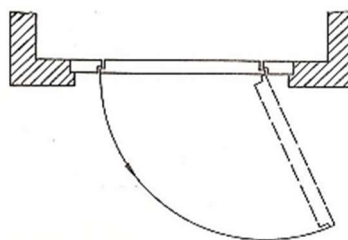
Typ kabinových a šachetních dveří závisí na druhu a nosnosti výtahu. Z ekonomického hlediska je nejlepší použití dveří s minimálním časem potřebným k jejich otevření a zavření. U osobních výtahu s větší nosností je lepší, když jsou dveře širší, protože je možný současný výstup a nástup osob. Současný nástup i výstup osob je možný při světlé šířce dveří přibližně od 1 100 mm. [2]

Základní typy kabinových a šachetních dveří: [2]

- 1) Otočné
 - a) Jednokřídlové (obr. 13)
 - b) Dvoukřídlové
- 2) Vodorovné posuvné
 - a) Jednostranné
 - b) Jednostranné dvoudílné
 - c) Oboustranné dvoudílné
 - d) Oboustranné čtyřdílné (obr. 12)
 - e) Článekové
- 3) Vodorovně sesunovací
 - a) Nůžkové
 - b) Skládané
 - c) Svisle posuvné



Obrázek 12 Oboustranné čtyřdílné dveře [2]



Obrázek 13 Jednokřídlové otočné dveře [2]

Otočné dveře se používají zejména v obytných domech o menším počtu podlaží, kde není tak vysoká hustota provozu a nezáleží tedy na čase nástupu a výstupu osob. Čas potřebný k otevření, resp. zavření otočných dveří, je delší než u dveří posuvných, proto se tyto dveře postupně nahrazují právě dveřmi posuvnými. [2]

V dnešní době se nejvíce využívají dveře vodorovně posuvné. Tento typ dveří je vybaven bezpečnostními prvky, které při nárazu do překážky ihned zastaví zavírání dveří a následně se dveře samy otevřou. [16]

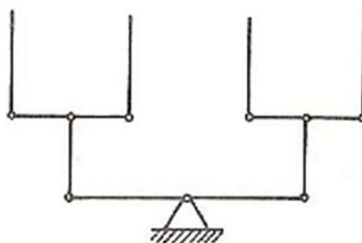
2.3.3 ZÁVĚS KLECE

Slouží k připevnění klece a vyvažovacího závaží k nosným orgánům a rozděluje tíhu klece na všechny lana. Každý nosný orgán musí být v závěsu připevněn samostatně. [1]

Závěsy dělíme podle konstrukce do tří skupin: [1]

- Pevné,
- vahadlové,
- pružinové.

Zatížení všech nosných orgánů musí být rovnoměrné. Toho můžeme stoprocentně dosáhnout vahadlovým závěsem, pevný nebo pružinový závěs nemohou být dokonalým vyrovnávacím zařízením. Pružinové závěsy jsou konstrukčně značně jednodušší, jejich výhodou je snížení vibrační a rázů při pohybu klece. [1]



Obrázek 14 Schéma vahadlového závěsu pro 4 nosná lana [1]

2.3.4 VEDENÍ KLECE

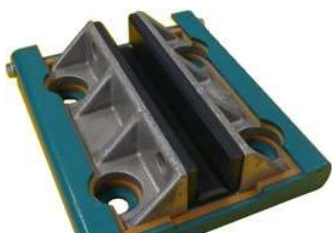
Klec i vyvažovací závaží jsou vedeny po ocelových vodítkách, které jsou ukotveny ve stěnách výtahové šachty. Vedení může být kluzné nebo valivé. [1]

KLUZNÉ VEDENÍ

Využívá se u výtahu s nižší jmenovitou rychlostí, odpor vznikající při kluzném tření je značný. Ke snížení odporu, proti pohybu vlivem tření na vodítkách, je využíváno mazání. Pokud nejsou vodící čelisti kluzného vedení odpruženy, a tedy ve stálém styku s vodítky, vedení není dokonalé. Vodící čelisti jsou ocelové nebo litinové s vložkou z materiálu s dobrými kluznými vlastnostmi a nízkým součinitelem smykového tření. V dnešní době těmito materiály jsou silon nebo nylon. [1]

VALIVÉ VEDENÍ

Tento typ vedení se využívá u výtahů s vyšší jmenovitou rychlostí, protože se jimi dosáhne dokonalého vedení klece na vodítkách. Valivý vodič je tvořen třemi vodícími kladkami, které jsou uloženy ve valivých ložiskách. Jedna kladka dosedá na vodící kolejnici čelně, zbývající dvě bočně. Vodící kladky jsou téměř vždy odpruženy a jsou tedy ve stálém styku s vodítkem. Valivé vedení představuje podstatně menší odpor na vodítku než vedení kluzné. Kladky jsou obaleny obručemi z pryže nebo umělých hmot, které tlumí vibrace a izolují zvukově klec od vodítek. Při tomto vedení nejsou vodítka mazána, proto se zvyšuje bezpečnost, neboť nedochází k hromadění hořlavého média v dolní části šachty. Valivé vedení je oproti kluznému vedení dražší. [1]



Obrázek 16 Kluzné vedení [18]



Obrázek 15 valivé vedení [18]

2.4 VYVAŽOVACÍ ZÁVAŽÍ

Vyvažovací závaží slouží k vyvážení hmotnosti kabiny a 40-50 % hmotnosti břemena. Závaží je složeno z jednoho kusu nebo částěji z několika navzájem spojených částí, které musí být vedeny pomocí vodítek. Nejčastěji je závaží složeno z betonových nebo litinových hranolů. Vyvažovací závaží se pohybuje buď ve stejné šachtě jako klec nebo v odděleném prostoru. Na konci dráhy, kterou závaží koná, se nachází pevná nárazka nebo nárazník pro dosednutí závaží. Vyvažovací závaží se využívá jen u trakčních výtahů, výtahy s lanovým bubnem protizávaží nemají. [2]

2.5 VODÍTKA KLECE

Vodítka klece slouží pro vedení klece a vyvažovacího závaží. Vodítka musí zabránit vychylování klece a musí být dostatečně dlouhá, aby je klec s vyvažovacím závažím nemohla opustit. Průřez vodítek je nejčastěji speciální T-profil. [2]

U vodítek je důležité, aby byla dokonale rovná, protože na nich závisí komfort samotné jízdy výtahem. Nerovná vodítka, nepřesná montáž a drsný povrch ploch vodítek vede k neklidnému chodu a vibracím klece.

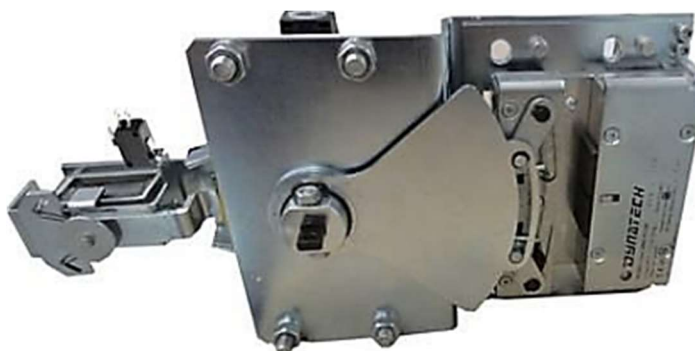
2.6 ZACHYCOVAČE

Zachycovače slouží pro zastavení výtahu, a to v případě, že výtah překročí předepsanou rychlost nebo začne padat, tím je zajištěna bezpečnost přepravovaných osob a zabráněno zřícení výtahu. Mají funkci zachytit výtah při pohybu směrem dolů i nahoru. Jsou připevněny k ocelové konstrukci klece nebo vyvažovacího závaží. Mohou se nacházet ve spodní i horní části rámu klece. Zachycovacím ústrojím musí být vybaven každý výtah pro dopravu osob.

Jak je uvedené [1], zachycovače jsou děleny do dvou skupin, které jsou popsány v následujících dvou odstavcích.

První skupina jsou zachycovače samosvorné, které zastaví klec na velmi krátké dráze pomocí klínů, výstředníku nebo válečků na vodítkách. U těchto zachycovačů dochází k přeměně kinetické energie klece z části na teplo a z části na deformační práci.

Druhou skupinou jsou zachycovače klouzavé, které zastaví klec na delší dráze vlivem tření o vodítka. Používají se pro výtahy s jmenovitou dopravní rychlostí nad 0,71 m/s.



Obrázek 17 Válečkový zachycovač [19]

2.7 OMEZOVAČE RYCHLOSTI

Omezovač rychlosti je bezpečnostní zařízení, které při překročení jmenovité dopravní rychlosti vypíná pohon a pokud je to nutné, tak vybaví zachycovače. Jak je uvedené [1], rozdělujeme omezovače podle konstrukce na kyvadlové a odstředivé.

Kyvadlové omezovače rychlosti se využívají pouze pro nižší dopravní rychlosti a působí pouze v jednom směru.



Obrázek 18 Omezovač rychlosti [19]

2.8 NÁRAZNÍKY

Nárazníky jsou umístěny v prohlubni výtahové šachty a jejich účelem je zastavit klec výtahu při příjetí do spodní polohy. Volba nárazníku závisí na jmenovité dopravní rychlosti výtahu. Do rychlosti 0,71 m/s se mohou použít pevné nárazníky, které jsou vyrobeny z polyuretanu. Pro rychlosti 0,71 – 1,4 m/s se využívají nárazníky pružinové a pro rychlosti nad 1,4 m/s pak nárazníky hydraulické. [2]



Obrázek 19 Pevný nárazník [19]



Obrázek 20 Hydraulický nárazník [20]

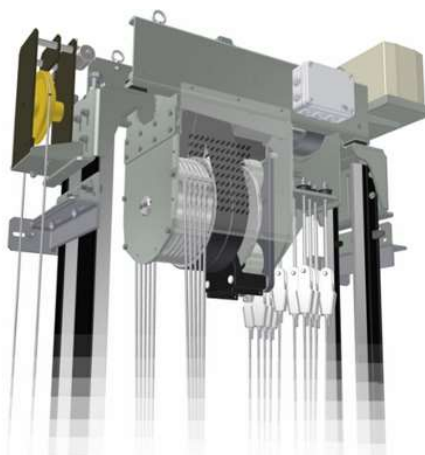
3 POHONY VÝTAHŮ

Tato kapitola se zabývá pohony výtahů, které se dělí do třech velkých skupin.

3.1 TRAKČNÍ POHONY

Pod pojmem trakční výtah rozumíme typ výtahu, kdy výtahový stroj s hnacím lanovým kotoučem přenáší obvodové síly z kotouče na lana výhradně třením. Trakční výtahy mají kabinu zavěšenou na soustavě lan. Váha kabiny a poloviny nosnosti je vyrovnávána protizávažím. Výtahový stroj se u těchto výtahů může nacházet klasicky ve strojovně nad šachtou, kdekoliv vedle šachty nebo mohou být výtahy bez strojovny, kde se výtahový stroj umístí přímo do šachty. Trakční výtahy se vyrábí v provedení s převodovým i bezpřevodovým pohonem. [21] [23]

Mezi výhody těchto výtahů s trakčním pohonem patří dobrý poměr spotřebované energie k nosnosti klece. Dále zde patří větší přepravní rychlosti a větší zdvih. Na tento typ pohonu se také kladou nízké nároky na provoz i údržbu. Nevýhodou těchto pohonů je protizávaží, proto se musí stavět šachty o větších rozměrech. Na druhou stranu, závaží nám pomáhá snižovat spotřebu energie pohonu. [21] [23]



Obrázek 21 Trakční pohon [22]

3.1.1 POROVNÁNÍ KLASICKÉHO TRAKČNÍHO VÝTAHU A VÝTAHU BEZ STROJOVNY

Tato kapitola se zabývá porovnáním klasického trakčního výtahu s převodovým strojem, který je složen ze šnekové převodovky a výtahu bez strojovny, který je zároveň bezpřevodový.

TRAKČNÍ VÝTAH S PŘEVODOVÝM STROJEM: [24] [25]

- nízká pořizovací cena,
- vyšší náklady na údržbu,
- vyšší spotřeba energie,
- vyšší hlučnost (z důvodu záběru soukolí),
- nutnost mít strojovnu,
- snadný přístup k výtahovému stroji,
- nižší dopravní rychlost,
- účinnost se pohybuje v rozmezí 50-55 %.

TRAKČNÍ VÝTAH BEZ STROJOVNY: [24] [25]

- vyšší pořizovací cena,
- nižší náklady na údržbu (není nutná kontrola oleje a mazání),
- nižší spotřeba energie,
- tišší chod,
- nemá strojovnu,
- horší přístup k výtahovému stroji,
- vyšší dopravní rychlost,
- účinnost se pohybuje v rozmezí 60-65 %.

Při srovnání těchto dvou typů trakčních výtahů vyšel závěr, že vyšší účinnost má bezpřevodový výtah, protože tyto stroje neobsahují převodovku. Z hlediska prostorové úspornosti je také výhodnější výtah bez strojovny. Tento výtah má výtahový stroj umístěn v prohlubni nebo horní části šachty, proto nám nezabírá místo nikde mimo šachtu v bytové jednotce, v které je výtah instalovaný. Proto si myslím, že výtah bez strojovny je vhodnější pro menší bytové jednotky s menším počtem podlaží, jak z hlediska zastavových prostorů, tak z hlediska menších nákladů na provoz i údržbu pro majitele. Výtahy bez strojovny jsou efektivnější, protože dosahují vyšší dopravní rychlosti a také v dnešní době dokážou přepravovat 4-8 osob současně.

3.2 BUBNOVÝ POHON

U výtahů s bubnovým pohonem se využívá lanového bubnu, na kterém je nosné lano navíjeno. Na jednom konci je lano připevněno k navíjecímu bubnu výtahového stroje a na druhém konci ke kleci výtahu. Lano je navíjeno výhradně v jedné vrstvě. Buben musí být drážkovaný se zřetelem k životnosti lana. Tvar drážek je polokruhový a drážky jsou vysoustruženy v jednom smyslu stoupání. [23] [26]

Výhodou bubnového pohonu je, že nemá protizávaží. Proto můžeme využít maximální rozměry šachty a tím zvětšit rozměry kabiny. V současné době, to není příliš žádaný typ výtahu, ale jeho využití se dá nalézt např. u starých budov, kde šachty neumožňují instalaci dostatečně velké kabiny. [23] [26]

Nevýhodou je naopak velká spotřeba elektrické energie, asi o 40% větší než u trakčních výtahů, tzn. že u panelových domů by mohla stát elektrická energie až o 12 tisíc Kč ročně víc. Dalším problémem je velká hlučnost, kdy lze výtah s bubnovým pohonem slyšet v jednotlivých domácnostech obytných jednotek. Výtahy s bubnovými pohony mají omezenou dopravní výšku, proto se využívají pouze do zdvihu 30 metrů. [23] [26]



Obrázek 22 Bubnový pohon [18]

3.3 HYDRAULICKÝ POHON

Výtahy s hydraulickým pohonem jsou zařízení, u kterých sílu pro zvedání dodává elektricky poháněné čerpadlo, které dopravuje hydraulickou kapalinu do hydraulického válce. Z válce je vytlačován píst, jehož pohyb směrem nahoru je vyvolán působením tlaku kapaliny. Pohyb dolů je většinou vyvolán regulovaným otevřením ventilu. Hydraulický píst je přímo nebo nepřímo spojen s kabinou. Při přímém pohonu kabiny s pístem není nutné instalovat zachycovače. Většina běžných instalací je v nepřímém spojení kabiny. [24] [26]

Hydraulické výtahy mají mnoho výhod. Největší výhodou je možnost plynulé regulace rychlosti a velmi přesný dojezd kabiny do stanice bez ohledu na zatížení kabiny. Také se vyznačují velmi tichým chodem a menšími stavebními požadavky na výtahovou šachtu. Tyto výtahy mohou být určeny pro montáž do klasické zděné šachty, ale pro svoje lehké a transparentní technické provedení, je hydraulický výtah ideálním řešením do prosklených šachet. [24] [26]

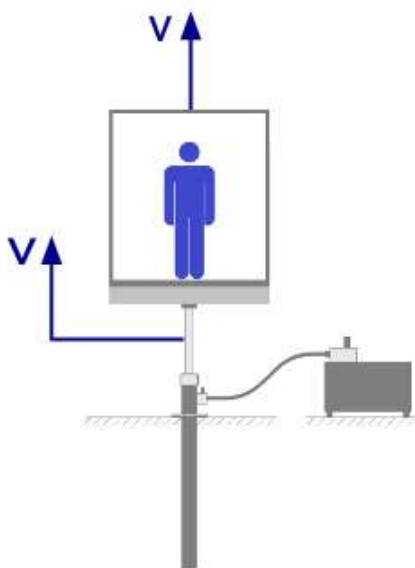
Hydraulické výtahy se nesmí používat v prašném a agresivním prostředí, např. v tepelných elektrárnách, chemických závodech nebo v průmyslu stavebních hmot. Tyto výtahy nelze využívat pro velké zdvihy (maximální zdvih 26 m). [24] [26]

PŘÍMÉ PROVEDENÍ

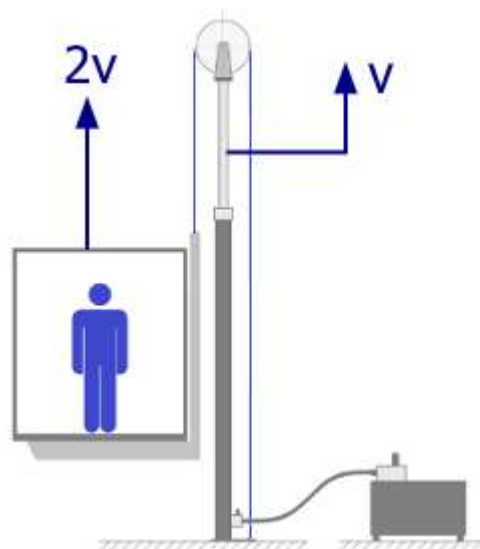
Klec výtahu je upevněna přímo na hydraulickém pístu, buď ze spodu nebo z boku klece. Strojovna může být umístěna kdekoliv (nad šachtou, pod šachtou, vedle šachty), ale ve vzdálenosti maximálně 10 m od šachty. [24] [26]

NEPŘÍMÉ PROVEDENÍ

Klec výtahu je zavěšena na laněch, která jsou ovládána přes kladku hydraulickým pístem. Strojovna stejně jak u přímého provedení může být umístěna kdekoliv 10 m od šachty. [24] [26]



Obrázek 24 Přímé provedení s teleskopickou pístnicí [22]



Obrázek 23 Nepřímé provedení pomocí lanového převodu [22]

3.3.1 POROVNÁNÍ HYDRAULICKÉHO VÝTAHU A TRAKČNÍHO VÝTAHU

Tato kapitola se zabývá porovnáním dvou rozdílných typů výtahů, kterými jsou hydraulický výtah a trakční výtah.

HYDRAULICKÝ VÝTAH: [22] [21]

- vysoké náklady na provoz (provozní kapalina) a servis,
- vyšší spotřeba elektrické energie,
- účinnost cca 60 %,
- menší zástavbové rozměry strojovny,
- není potřeba závaží (více místa v šachtě),
- menší dopravní rychlost (0,65 m/s),
- menší zdvih (do 26 m),
- menší poruchovost, protože mají minimum elektronických součástí,
- velmi tichý provoz,
- velmi plynulá jízda,
- náchylný na prostředí.

TRAKČNÍ VÝTAH: [24] [25]

- nízké náklady na provoz a servis,
- nižší spotřeba energie (napomáhá protizávaží),
- účinnost 50-65 %,
- větší zástavbové rozměry strojovny,
- nutná potřeba závaží (omezuje prostor v šachtě),
- větší dopravní rychlost (do 1 m/s),
- větší zdvih,
- větší poruchovost, mají více elektronických součástí,
- o trochu hlučnější,
- jízda není tak plynulá,
- není náchylný na prostředí.

Z porovnání těchto dvou typů výtahů je zřejmé, že účinnost u trakčních výtahů má větší rozmezí, proto záleží, jestli využijeme trakční výtah převodový, kde je účinnost menší nebo trakční výtah bezpřevodový, kde je účinnost přibližně stejná jak u výtahu hydraulického.

Efektivnější jsou určitě trakční výtahy, protože mají mnohem vyšší dopravní rychlost a tím dochází k rychlejší dopravě osob. Trakční výtahy mají větší zdvih, proto je lze využívat i do výškových budov, kdežto hydraulické výtahy mají zdvih maximálně do výšky 26 metrů. Proto se většinou využívají k přepravě osob v soukromých budovách nebo v nemocnicích, kde je malý počet podlaží (1-2 podlaží).

Hydraulické výtahy jsou prostorově úspornější, protože se u nich nevyužívá protizávaží, které zabírá místo v šachtě. Také u hydraulických výtahů není strojovna, stačí mít malé místo na provozní kapalinu s čerpadlem.

Náklady na provoz a servis hydraulických výtahů jsou vyšší než u trakčních výtahů, protože je potřeba často doplňovat a kontrolovat provozní kapalinu. Naopak trakční výtahy jsou tvořeny z více elektronických součástí, kde je potenciální riziko poruchy. Hydraulické výtahy spotřebovávají elektrickou energii jen při zdvihu, i přes to jsou trakční výtahy o trochu úspornější, k tomu napomáhá protizávaží, které využívají.

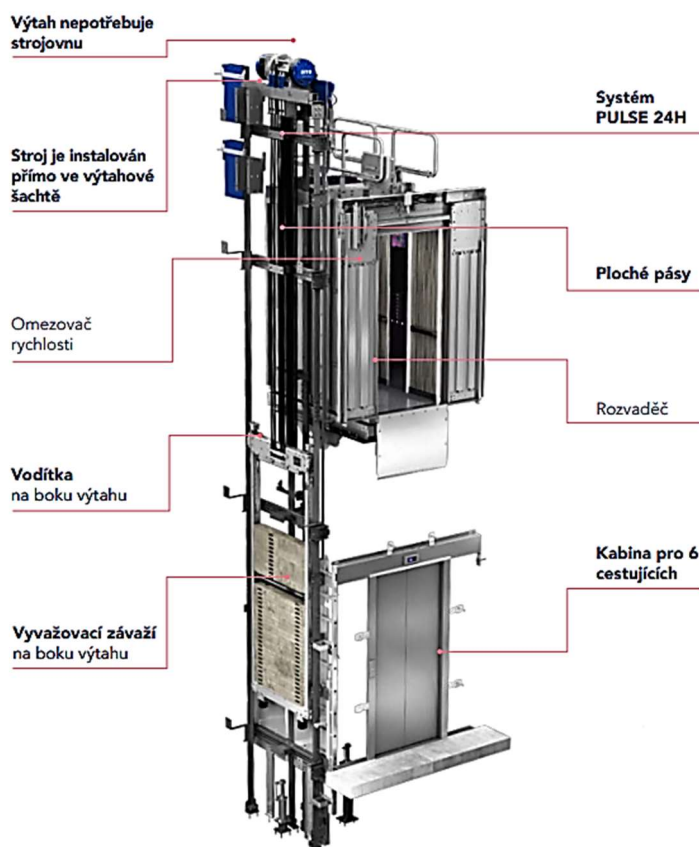
4 KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ VYBRANÝCH SVĚTOVÝCH VÝROBCŮ

V současné době se na světě nachází několik velkých výrobců výtahů, kteří se snaží zlepšovat pohyb osob a uvést ho do maximálního komfortu. Někteří výrobci jsou plně soběstační a veškeré součásti si vyrábí sami. Následující kapitoly vás seznámí s konstrukčním řešením předních světových výrobců.

4.1 OTIS

Otis Elevator Company je celosvětově největší společností v oblasti výroby a vývoje výtahů. Tato společnost pochází z USA.

Firma OTIS jako první vyvinula pohon Gen2. Dle údajů firmy OTIS má tento pohon o 50 % větší účinnost než klasické výtahové stroje. Zabudované permanentní magnety v motoru umožňují zmenšení výtahového stroje o 80 % oproti klasickému stroji. Jedná se o výtahy, které jako nosné orgány využívají plochá lana namísto klasických ocelových lan. Tento typ výtahů nepotřebuje strojovnu. Výtahový stroj a všechny ostatní komponenty jsou umístěny v horní části šachty. Protiváha je umístěna na straně v jedné ose s klecovými vodítky. Výtahový stroj je připevněn k rámu, který je spojen třemi vodítky. Tyto výtahy využívají většinou lanování 2:1, kde se jedna kladka nachází na protiváze, a dvě kladky jsou pod klecí. Tento typ konstrukčního řešení využívají také např. firmy Schindler nebo Thyssenkrupp. [27] [28]

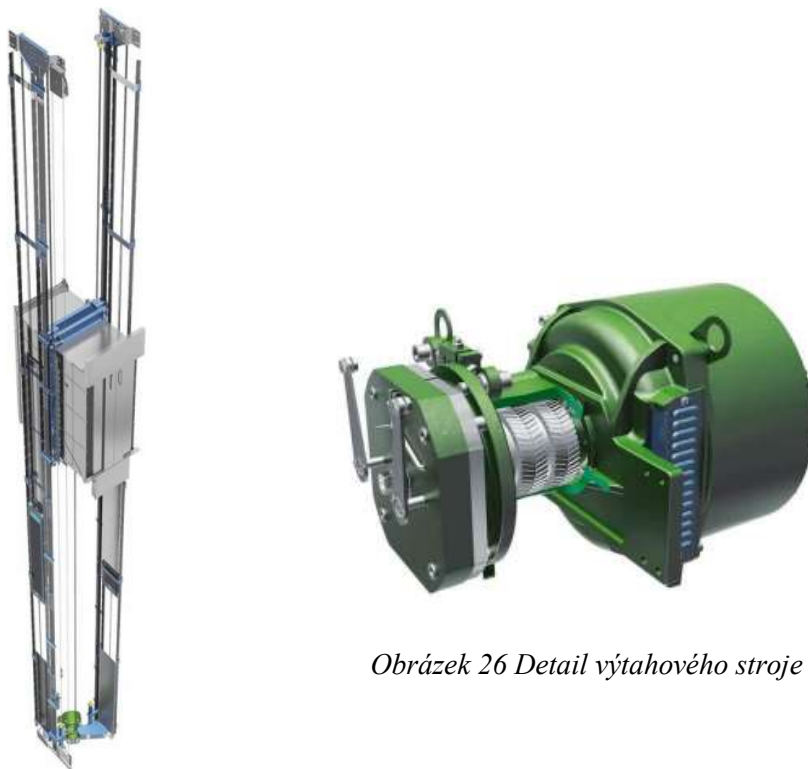


Obrázek 25 Výtah OTIS Gen2 [27]

4.2 KONE

Kone patří mezi největší celosvětové výrobce výtahů. Tato společnost pochází z Finska. Mezi zájmy této společnosti patří vyvinutí co nejvíce ekologické koncepce výtahů.

Firma Kone využívá jiné konstrukční řešení než firma OTIS. Výtahové stroje, které tato firma využívá jsou také mnohem účinnější než klasické stroje, navíc jsou doplněny o regenerativní jednotku, která rekuperuje brzdovou energii výtahu a dodává ji zpět do sítě, čímž šetří spotřebu elektrické energie. Výtahový stroj je z pravidla umístěn v prohlubni šachty. Výtah má dvě protizávaží, které jsou umístěny vedle klecových vodítek. Protiváhy jsou spojeny s klecí ocelovými lany přes kladky v horní části šachty. Výtahový stroj je spojen s klecí a protizávažím plochými lany. [29]



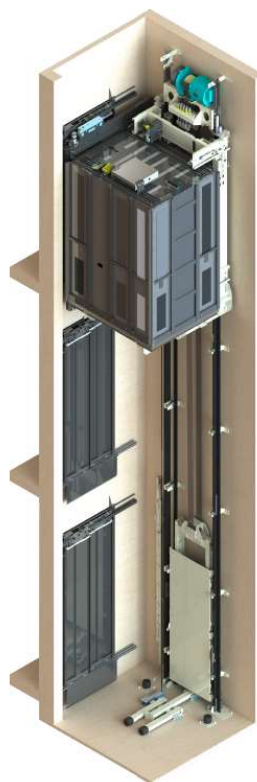
Obrázek 26 Detail výtahového stroje [29]

Obrázek 27 Výtah Kone Nanospace [29]

4.3 WITTUR

Wittur je společnost pocházející z Německa. Výtahy této společnosti nejsou v České republice rozšířené tak jako výtahy od firmy KONE a OTIS, ale také patří mezi jedny z největších výrobců výtahů.

Firma Wittur využívá konstrukční řešení výtahů s názvem W Line. Tato firma využívá ruksakové kostry klece. Kostra klece se nachází jen na jedné straně a klec stojí na vidlicích. Výtahový stroj je upevněn v horní části šachty. Opět se jedná o bezpřevodový stroj, proto je velmi prostorově úsporný. Protizávaží se nachází v jedné ose s klecovými vodítky. Tyto ruksakové konstrukce jsou ideální pro prosklené panoramatické výtahy výškových budov, kde se tyto výtahy nachází z vnější strany budovy. [30]



Obrázek 28 Výtah W Line s ruksakovou konstrukcí [30]

4.4 SHRnutí VYBRANÝCH KONSTRUKČNÍCH PROVEDENÍ

Výtah Gen2 od firmy Otis využívá namísto ocelových lan ploché pásy, proto je tento výtah nejméně hlučný a nemusí se mazat na rozdíl od zbylých výše zmiňovaných výtahů. Výtah Nanospace od firmy Kone využívá ve své konstrukci kombinaci ocelových lan a plochých pásů. W line od firmy Wittur využívá jen ocelová lana.

Výtahy Gen2 a W line používají výtahový stroj umístěný v horní části šachty, který je prostorově úspornější než výtahový stroj u výtahu Nanospace, který je umístěn ve spodní části šachty. Výtahový stroj výtahu Nanospace je sice méně prostorově úsporný, ale je schopný rekuperovat brzdou energii a přivádět ji zpět do elektrické sítě, proto je energeticky úspornější.

Výtah Nanospace od firmy Kone má dvě protizávaží, kdežto výtah od firmy Otis a Wittur využívají jen jedno protizávaží, to také přispívá větší úspoře místa v šachtě, a proto mohou mít pro stejný rozměr šachty tyto dva výtahy prostornější kabinu.

Při volbě výtahů do menší bytové jednotky je lepší zvolit výtah Gen2, který je prostorově úsporný. Výtah Nanospace je vhodný do budov s větším počtem podlaží a s větší koncentrací osob, kde tolik nezáleží na prostorové úspornosti a kde díky své rekuperaci dokáže ušetřit více elektrické energie. Výtah W line je kvůli své konstrukci vhodný do výškových budov nebo obchodních center jako panoramatický výtah.

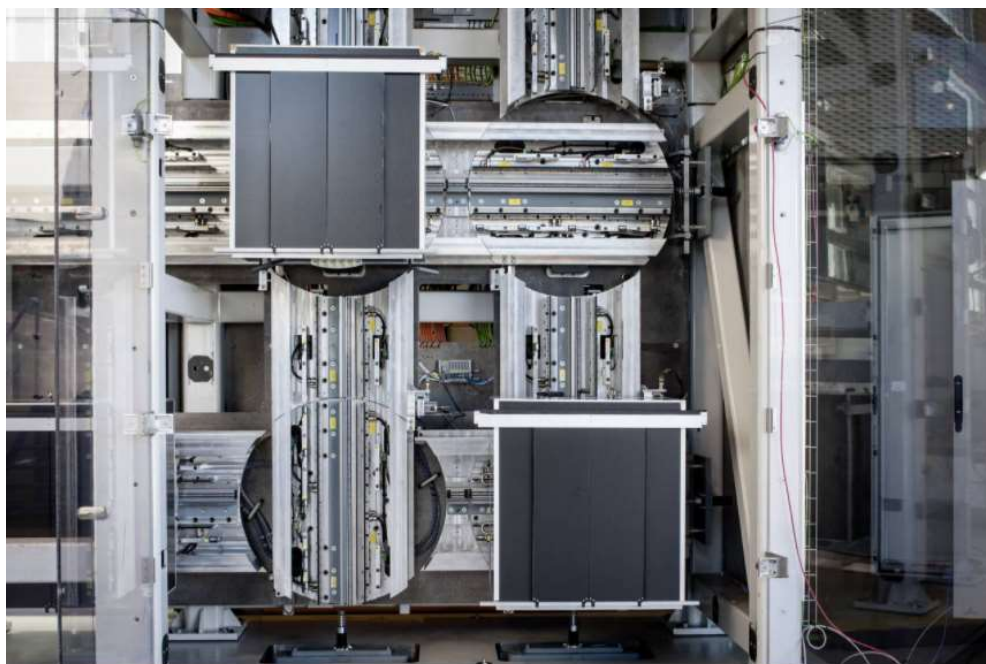
5 VÝJIMEČNÁ ŘEŠENÍ VÝTAHŮ

Na světě existuje několik výjimečných konstrukčních řešení výtahů. Mezi tyto výtahy patří například systém magnetických výtahů MULTI, který je stále ve vývoji nebo naopak osobní oběžné výtahy (páternostery), které se využívají ve světě už od roku 1884. Tyto dva typy výtahů fungují na stejné myšlence, a tou je současný pohyb více kabin za sebou ve stejné šachtě.

5.1 SYSTÉM MAGNETICKÝCH VÝTAHŮ MULTI

Německá společnost ThyssenKrup pracuje na vývoji nové technologii výtahů k dopravě osob ve výškových budovách nad 300 m, kde není vyhovující použití klasických koncepcí výtahů s lany. Technologie MULTI je testována v Rottweilské věži na území Německa.

Systém výtahů MULTI umožňuje přepravu osob vertikálním i horizontálním směrem. Tato technologie ve své konstrukci nevyužívá lana, je založená na magnetické levitaci. V jedné šachtě se za sebou pohybuje více kabin. Každá kabina je vybavena lineárním elektrickým motorem a je nadnášena na magnetickém „polštáři“. Přídržný systém je umístěn na zadní stěně kabiny a ze svislých šachet mohou kabiny odbočit pomocí otočných motorizovaných výhybek (obr. 29) do vodorovných šachet. Systém je vybaven rekuperací energie při pohybu dolů a energie je dodávána zpět do sítě pro pohyb výtahu nahoru. [31] [32]



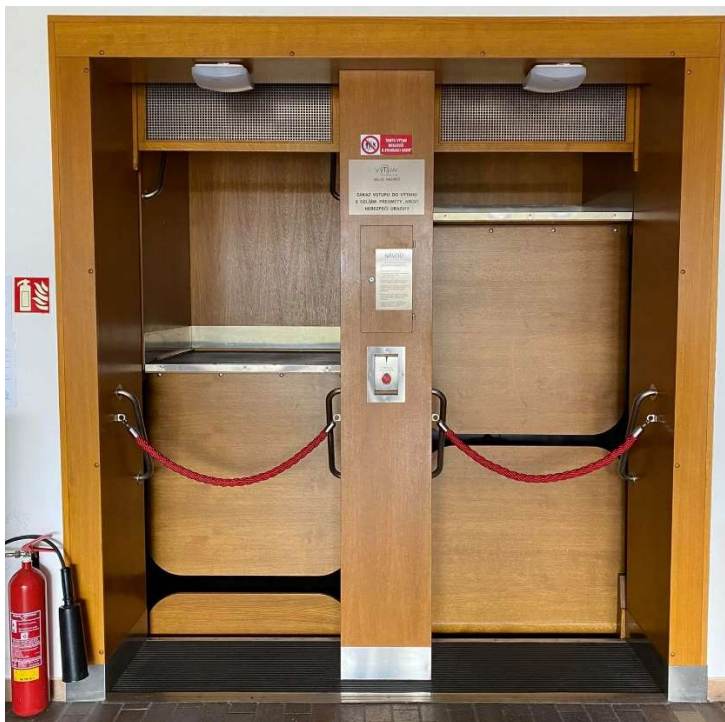
Obrázek 29 Motorizované výhybky pro odbočení [33]

Podstatnou výhodou tohoto konstrukčního řešení je neomezený zdvih. Společnost ThyssenKrup uvádí, že systém je mnohem nákladnější oproti tradičním šachtovým lanovým výtahům, ale jeho dopravní kapacita se zvyšuje asi o 50 %. Také dochází k větší efektivitě a úspoře místa, jelikož v systému MULTI se pohybuje současně více kabin za sebou, kdežto u obvyklých lanových výtahů se v šachtě pohybuje pouze jedna kabina. [31] [32]

5.2 OSOBNÍ VÝTAH OBĚŽNÝ

Páternoster neboli osobní oběžný výtah slouží k nepřerušované dopravě osob. Jedná se o výtahy s malou dopravní rychlostí 0,3 m/s. Nástup i výstup osob probíhá za jízdy. Tento typ výtahu má v šachtě za sebou řazené kabiny, které pasažéry přepravují v obou směrech. Počet kabin odpovídá dvojnásobku počtu obsluhovaných podlaží. Jednotlivé kabiny se v nejnížší nebo v nejvyšší části šachty pomocí ozubeného kola horizontálně posunou do opačného směru. Jako nosné orgány se u těchto výtahů využívají kloubové řetězy. Jelikož páternostery pracují v nepřerušovaném provozu a nemají šachetní ani kabinové dveře, proto musí být vybaveny bezpečnostními čidly, které v případě uvíznutí mezi kabinou a vchodem ihned výtah zastaví. [1] [34]

Výhodou páternosteru je větší přepravní kapacita na rozdíl od klasického výtahu. Nejčastěji se s ním setkáváme v budovách s vysokou hustotou pohybu osob, jako jsou např. administrativní budovy nebo vysoké školy (VUT, ČVUT). Nevýhodou je využití výtahů ve výškových budovách kvůli malé dopravní rychlosti a také nemožnost přepravovat osoby s omezenou možností pohybu.



Obrázek 30 Osobní výtah oběžný (VUT)

6 PŘEDPOKLÁDANÉ SMĚRY VÝVOJE VÝTAHŮ

Předpokládaným směrem je stále rekonstrukce a modernizace osobních výtahů, které mohou trvat ještě několik desítek let. Starší výtahy s převodovými stroji by měly být vyměněny za novější s bezpřevodovými stroji, které splňují aktuální normy. Novější výtahy jsou energeticky úspornější, bezpečnější a efektivnější, tzn. že dokážou za kratší čas převézt více osob, díky větší jmenovité dopravní rychlosti, rychlejšímu otevírání a zavírání kabinových dveří.

Kabiny aktuálně modernizovaných výtahů jsou na dobré úrovni. Tyto kabiny jsou vyrobeny z nerezového materiálu, tyto kabiny jsou odolnější proti poškození než dřívější dřevěné. Kabiny jsou také vybaveny ovládacími panely s ukazateli stanice. V následujících letech bude docházet k neustále modernizaci právě interiéru kabiny, kde budou instalovány dotykové obrazovky namísto ovládacího panelu, které budou navíc ukazovat zprávy z aktuálního denního dění, počasí, teplotu a vlhkost mimo i uvnitř budovy. V současné době je v kabinách nainstalována hlasová komunikace v případě zaseknutí výtahu. Tyto dotykové obrazovky budou sloužit také jako hlasová komunikace, a navíc také jako vizuální komunikace mezi kabinou a dispečinkem. U kabin dojde k úplnému odhlučnění, proto nepůjde slyšet hluk od výtahového stroje ani od nosných orgánů. Celkově bude zajištěn maximální komfort jízdy cestujících.

V následující modernizaci proběhne k instalaci navigačních systémů, které budou zvyšovat efektivitu s přehledným hledáním cesty. Navigační systémy jsou nastavitelné obrazovky, ke které v počáteční stanici přijde cestující a pomocí přehledného rozhraní si na obrazovce vybere, do které stanice se chce dostat. Navigační systém ukáže číslo výtahu, a kterým směrem se má k danému výtahu vydat.

Systém magnetických výtahů MULTI je stále ve vývoji, ale předpokládám, že se za několik let dostane na trh a rozšíří se do všech výškových budov a obchodních center. S příchodem tohoto systému by se po budovách vytvořili hlavní trasy, jako je to například u metra, a byly by doplněny o trakční výtahy, které by směřovaly do odlehlých částí budov mimo hlavní trasy. Systémem magnetických výtahů MULTI se ztrácí prakticky jakákoliv omezení v růstu výšky i šířky budov.

Dále se do konstrukčního řešení všech výtahů bude časem přidávat rekuperační zařízení, které mění brzdnou energii výtahu zpět na elektrickou energii, která se bude moct využít opět pro zdvih výtahu. Tímto způsobem dochází k ušetření peněz za provoz výtahu a také je tento způsob ekologičtější. Právě tímto směrem se bude ubírat většina výrobců výtahů, aby jejich výtahy byly co nejméně energeticky náročné a také aby se nevyužívalo látek, které mohou nějakým způsobem ohrozit životní prostředí, například únik oleje při mazání.

7 LEGISLATIVA

V následujících podkapitolách jsou uvedeny nařízení vlády a normy, podle kterých firmy vyrábí, montují a uvádí výtahy do provozu. Existují normy, které se zabývají konstrukcí a montáží nových výtahů pro dopravu osob a osob a nákladů (např. ČSN EN 81-20). Také existují normy, které shrnují rizika starých výtahů (např. ČSN EN 81-80). Tyto normy jsou platné, ale nejsou aktuální a odkazují se na již neplatné normy (např. na ČSN EN 81-1 a ČSN EN 81-2.).

7.1 NAŘÍZENÍ VLÁDY

V České republice stanovuje technické požadavky na výtahy Nařízení vlády o posuzování shody výtahů a jejich bezpečnostních komponent č. 122/2016 Sb. Toto nařízení zpracovává příslušné předpisy Evropské unie a upravuje technické požadavky na výtahy, které obsahují různé výškové úrovně budov a staveb a bezpečnostní komponenty pro výtahy. Toto nařízení se vztahuje na výtahy, které trvale obsluhují budovy nebo stavby a jsou určené k přepravě osob, osob a nákladů nebo pouze nákladů, pokud je nosná část přípustná a je opatřena ovládacím zařízením v dosahu osoby, která se na nosné části nachází. [35]

Nařízení se nevztahuje na zdvihací zařízení, jejichž jmenovitá dopravní rychlost nepřesahuje 0,15 m/s, dále na stavební výtahy, lanové dráhy, výtahy pro vojenské a policejní účely, zdvihací zařízení (plošiny), důlní výtahy, ozubnicové dráhy a na pohyblivé schody a pohyblivé chodníky. [35]

V tomto nařízení považují zejména za stěžejní níže uvedené skutečnosti:

Výtahy a bezpečnostní komponenty mohou být uvedeny na trh a do provozu pouze tehdy, jestliže jsou správně nainstalovány a jestliže budou udržovány a používány k určenému účelu. [35]

Každý výrobce výtahů nebo bezpečnostních komponent je povinen své výrobky označit značkou CE, čímž přebírá odpovědnost za konstrukci, výrobu, montáž a uvedení výtahů na trh. Musí k ní být také přiloženo EU prohlášení o shodě. [35]

Značka CE musí být viditelně umístěna na každé výtahové kleci a na každé bezpečnostní komponentě. Také musí být uvedeno na každé bezpečnostní komponentě identifikační číslo, číslo notifikované osoby a adresa, na které lze výrobce kontaktovat. Pro zajištění bezpečnosti při práci s výtahem musí být v každé kabině umístěn návod na obsluhu v českém jazyce. [35]

Při posuzování shody musí výtahy nebo bezpečnostní komponenty projít závěrečnou inspekci, při které dochází k posouzení dokumentace, jestli se výtah uváděný do provozu shoduje se vzorovým výtahem, na který byl vydán certifikát. Součástí závěrečné inspekce je zkouška nezatíženého a maximálně zatíženého výtahu, pro ověření správné montáže a funkce bezpečnostních zařízení. [35]

7.2 ČSN EN 81-20

Bezpečnostní předpisy pro konstrukci a montáž výtahů – Výtahy pro dopravu osob a nákladů – Část 20: Výtahy pro dopravu osob a osob a nákladů

Předmětem normy je stanovení bezpečnostních pravidel pro konstrukci a montáž trvale instalovaných nových výtahů s trakčním pohonem, s kinematicky vázaným pohonem nebo hydraulickým pohonem pro dopravu osob nebo osob a nákladů. Také cílem této normy je chránit osoby a předměty před rizikem nehod, ke kterým může dojít při provozu, údržbě nebo při nouzových situacích výtahu. [36]

Norma také obsahuje přehled významných nebezpečí, kterými jsou: mechanická, elektrická, tepelná nebezpečí, dále nebezpečí vyvolaná hlukem, vibracemi, radiací, také nebezpečí vyvolaná materiály, látkami, nedbáním ergonomických zásad a nebezpečí spojená s prostředím, ve kterém je zařízení využíváno. V normě také můžeme nalézt požadavky na výpočty tlaku/tahu a vzpěru působící síly od klece a vyvažovacího závaží nebo požadavky na výpočty průhybu vodiček.

V normě je také uvedena příloha přehledu elektrických bezpečnostních zařízení, technické dokumentace shody, příloha opakovaného přezkoušení a zkoušek po podstatných změnách nebo po havárii, dále příloha se schématem prostorů pro strojní zařízení, příloha rozhraní budov (větrání šachty, prostoru pro výtahové zařízení) a příloha žebříku pro vstup do prohlubně.

7.3 ČSN EN 81-50

Bezpečnostní předpisy pro konstrukci a montáž výtahů – Přezkoušení a zkoušky – část 50: Konstrukční zásady, výpočty, přezkoušení a zkoušky výtahových komponent

Předmětem normy je stanovení bezpečnostních předpisů pro výtahy s ohledem na bezpečnost osob a předmětů proti riziku nehod. V této normě jsou také popsány konstrukční předpisy, výpočty, přezkoušení a zkoušky komponent výtahů. [37]

7.4 ČSN EN 81-70 ED.2

Bezpečnostní předpisy pro konstrukci a montáž výtahů – zvláštní úpravy výtahů určených pro dopravu osob a osob a nákladů – Část 70: Přístupnost výtahů včetně osob s omezenou schopností pohybu a orientace

Předmětem normy je stanovení požadavků na bezpečný a nezávislý přístup pro osoby, včetně osob s omezenou schopností pohybu a orientace. Výtahy splňující tuto normu, musí splňovat i normu ČSN EN 81-20 a ČSN EN 81-50. [38]

7.5 ČSN EN 81-71 +AC

Bezpečnostní předpisy pro konstrukci a montáž výtahů – Zvláštní úpravy výtahů určených pro dopravu osob a osob a nákladů – Část 71: Výtahy odolné vandalům

Předmětem normy je zajištění bezpečnosti uživatelů výtahu a použitelnost výtahů, které by měly odolávat vandalismu. Tyto výtahy musí splňovat i normu ČSN EN 81-20 a ČSN EN 81-50. [39]

7.6 ČSN 27 4011

Bezpečnostní předpisy pro konstrukci a montáž výtahů – Podstatné změny výtahů určených pro dopravu osob nebo osob a nákladů

Tato norma platí pro provádění podstatných změn provozovaných výtahů, určených pro dopravu osob nebo osob a nákladů v existujících budovách. Tato norma stanovuje minimální rozsah požadavků, které musí být dodrženy při prováděných podstatných změnách výtahů. [40]

Nejaktuálnější verze této normy se stále odkazuje na již neplatné normy ČSN EN 81-1 a ČSN EN 81-2.

7.7 ČSN 27 4002

Bezpečnostní předpisy pro výtahy – Provoz a servis výtahů

Předmětem této normy je stanovení základních požadavků pro udržení úrovně bezpečného provozu výtahů po celou dobu jejich technického života. Tato norma také popisuje pravidla a postupy pro vykonání servisu. [41]

7.8 ČSN 27 4007

Bezpečnostní předpisy pro výtahy – prohlídky a zkoušky výtahů v provozu

Předmětem normy je stanovení základních požadavků na zkoušky po podstatných změnách a opravách, a na odborné zkoušky a inspekční prohlídky výtahů. [42]

U výtahů se musí provádět pravidelné provozní, servisní a odborné prohlídky, které zajišťuje zmiňovaná norma. Cílem každé prohlídky je určit aktuální stav všech součástí výtahů. [42]

Při provozní prohlídce se kontrolují viditelné části výtahů a je ověřována jejich správná funkce. Provozní prohlídka se uskutečňuje jednou za 2 týdny. [42]

Při servisní prohlídce probíhá kontrola funkčnosti jednotlivých bezpečnostních prvků a zjišťuje se jejich aktuální stav. Tato prohlídka probíhá jednou za 3 měsíce. [42]

Při odborné prohlídce se ověřuje funkce celého výtahu a způsobilost k dalšímu provozu zahrnující i prověření elektrického zařízení výtahu a zjištění nebezpečí či nebezpečných situací. Odborné zkoušky nesmí svým opakováním způsobit nadměrné opotřebení a nesmějí způsobovat namáhání, která by ovlivňovala spolehlivost výtahu. Odborné zkoušky provádí zkušební technik servisní firmy, který na základě protokolu stanoví provozní způsobilost výtahu. Odborná prohlídka se uskutečňuje jednou za 3 roky, tato lhůta může být překročena maximálně o 6 měsíců. [42]

V normě jsou také uvedeny požadavky pro inspekční prohlídky. První inspekční prohlídka se provádí 9 let od data uvedení výtahu do provozu. Potom se jednotlivé inspekční prohlídky provádějí každých 6 let. Inspekční prohlídka slouží k identifikaci a posouzení úrovně zjištěných provozních rizik výtahu. [42]

V příloze této normy můžeme najít vzor protokolu z odborné zkoušky nebo inspekční prohlídky.

7.9 ČSN EN 81-28 +AC

Bezpečnostní předpisy pro konstrukci a montáž výtahů – Výtahy pro dopravu osob a nákladů – Část 28: Dálková nouzová signalizace u výtahů určených pro dopravu osob a osob a nákladů

Předmětem této normy je nouzová signalizace pro všechny druhy výtahů, určených pro dopravu osob. Také obsahuje informace pro vyprošťovací službu, v případě uvěznění osob ve výtahu. [43]

7.10 ČSN EN 81-73

Bezpečnostní předpisy pro konstrukci a montáž výtahů – Zvláštní použití výtahů pro dopravu osob a nákladů – Část 73: Funkce výtahů při požáru

Předmětem této normy je stanovení zvláštních opatření a bezpečnostních pravidel popisující funkci výtahů při požáru v budově. [44]

7.11 ČSN EN 81-80

Bezpečnostní předpisy pro konstrukci a montáž výtahů – Existující výtahy – Část 80: Předpisy pro zvyšování bezpečnosti existujících výtahů určených pro dopravu osob nebo osob a nákladů

Předmětem této normy je uvedení pravidel pro zvýšení bezpečnosti existujících výtahů s cílem dosažení odpovídající úrovně bezpečnosti, jako u nově instalovaných výtahů. [45]

Nejaktuálnější verze této normy se stále odkazuje na již neplatné normy ČSN EN 81-1 a ČSN EN 81-2.

Normou ČSN EN 81-80 je řešeno 75 závažných nebezpečí existujících výtahů. Tato norma platí pro elektrické trakční výtahy, výtahy s kinematickým vázaným pohonem a hydraulické výtahy. Neplatí pro oběžné výtahy, důlní výtahy, divadelní zdvihadla nebo pro zařízení při činnosti hašení požáru. [45]

Za nejaktuálnější nebezpečí na základě mého poznání považuji:

CHYBĚJÍCÍ NEBO OMEZENÝ PŘÍSTUP PRO OSOBY S OMEZENOU SCHOPNOSTÍ POHYBU

V dnešní době je bezbariérový přístup nezbytnou součástí téměř každého zařízení, to se týká i výtahové techniky, protože osob s omezenou schopností pohybu a orientace je spousta a mělo by se jim dostavit stejných podmínek, jako pro ostatní osoby.

Výtah s bezbariérovým přístupem musí brát v úvahu požadavky ČSN EN 81-70 ed. 2: [38]

- vstupní světlá šířka musí být nejméně 800 mm,
- klec musí být vybavena madlem, sklopným sedadlem a případně zrcadlem pro orientaci uživatele na invalidním vozíku,
- důraz je kladen také na ovládací prvky výtahu, norma udává velikost tlačítek a signalizace, tlačítka musí obsahovat i označení Braillovým písmem.

KLEC BEZ DVEŘÍ

Pokud klec nemá dveře, může dojít k zachycení části oděvu nebo končetiny mezi krajem klece a stěnou šachty. Z tohoto důvodu musí být dle ČSN EN 81-1 a ČSN EN 81-2, které již nejsou platné, klece vybaveny samočinnými klecovými dveřmi nebo ručními klecovými dveřmi. [45]

CHYBĚJÍCÍ NEBO NEDOSTATEČNÁ DOROZUMÍVACÍ ZAŘÍZENÍ MEZI STROJOVNOU A KLECÍ

Tam, kde není možnost pro přímou hlasovou komunikaci mezi klecí a strojovnou, se musí nainstalovat dorozumívací zařízení. Dorozumívací zařízení je velmi důležité při uvíznutí osoby v nefunkčním výtahu, což je poměrně častá záležitost. [45]

CHYBĚJÍCÍ NEBO NEDOSTAČUJÍCÍ KRYTY NA TŘECÍCH KOTOUČÍCH A KLADKÁCH

Třecí kotouče kladky a řetězky musí mít kryty, které zabraňují vniknutí cizích předmětů mezi lano a kladku, kotouč nebo řetězku. Kryty slouží také jako zábrana proti vypadnutí lana z drážky a také, aby nedošlo k zachycení části oděvu servisního technika a následnému úrazu. [45]

CHYBĚJÍCÍ NEBO NEDOSTAČUJÍCÍ ZACHYCOVAČE NEBO OMEZOVAČE RYCHLOSTI

Elektrické výtahy musí mít zachycovače vybavované omezovači rychlosti. Celý zachycovací systém musí být přezkoušen, aby bylo zjištěno, zda správně pracuje. Pokud tomu tak není, musí být vyměněn za vhodný dle platných norem. [45]

CHYBĚJÍCÍ NEBO NEDOSTATEČNÁ KONTROLA ZATÍŽENÍ V KLECÍ

Výtah musí být vybaven zařízením, které zabrání rozjezdu přetížené kabiny. Cestující osoby se o přetížení dozví pomocí zvukové nebo světelné signalizace a dveře klece zůstanou otevřené. [45]

ZÁVĚR

V první kapitole je popsáno, jakou funkci plní výtahy, jakými parametry jsou specifikovány a do jakých skupin se dělí. Druhá kapitola se věnuje hlavním součástem výtahů. Je zde popsána jejich funkce, výhody a nevýhody. V této kapitole je také provedeno porovnání převodového a bezpřevodového výtahového stroje. Vyplynul z toho závěr, že bezpřevodový výtahový stroj má více než o polovinu menší zástavbové rozměry a v poměru jmenovitá rychlost/ výkon dosahuje větší efektivity.

Třetí kapitola je věnována pohonům výtahů. Podrobně je zde popsána jejich funkce a dále provedeno jejich porovnání. Nejdříve je provedeno porovnání trakčního výtahu s převodovým strojem a trakčního výtahu bezpřevodového stroje. Z tohoto porovnání vyšel lépe výtah s bezpřevodovým strojem. Dosahuje přibližně o 10 % vyšší účinnosti, má nižší náklady na údržbu, dosahuje vyšších dopravních rychlostí a celkově zajišťuje komfortnější jízdu. Dochází také k úspoře místa v budově, protože tento typ výtahu nepotřebuje strojovnu. Dále je porovnaný trakční výtah s hydraulickým výtahem. Z tohoto porovnání opět lépe vyšel trakční výtah, který dosahuje větších zdvihů a dopravní rychlosti, a proto za určitý čas dokáže převézt větší počet osob. Výtahy s trakčním pohonem lze tedy využít v budovách, kde je méně podlaží, ale i ve výškových budovách.

Čtvrtá kapitola se zabývá konstrukčním řešením světových výrobců. V této kapitole jsou specifikovány jejich funkce a využití. Z analýzy konstrukčních řešení jednotlivých výtahů je zřejmé, že výtah Gen2 od firmy OTIS je vhodný díky své úspoře místa pro menší bytové jednotky. Nanospace od firmy Kone je naopak vhodný pro výškové budovy, kde tolik nezáleží na úspoře místa. W line od firmy Wittur je vhodný do velkých obchodních center jako panoramatický výtah. U zmiňovaných výtahů se jedná o moderní a vyspělá konstrukční řešení.

V páté kapitole jsou pro zajímavost uvedena výjimečná konstrukční řešení, mezi které spadá systém magnetických výtahů MULTI a osobní výtahy oběžné. V šesté kapitole je nastíněn směr, kterým se bude výtahová technika vyvíjet.

V současnosti se stále více dbá na bezpečnost. Proto je v sedmé kapitole vytvořený přehled platné legislativy. Neustále dochází k vytváření nových norem na základě starých a tím rostou nároky na vyšší bezpečnost výtahů a jejich součástí. Společnosti zabývající se výtahy musí vyvíjet stále nové a bezpečné prvky výtahu.

POUŽITÉ INFORMAČNÍ ZDROJE

- [1] JANOVSKEÝ, Lubomír a Josef DOLEŽAL. *Výtahy a eskalátory*. Praha: SNTL-Nakladatelství technické literatury, 1980, 696 s. Technický průvodce (SNTL-Nakladatelství technické literatury).
- [2] JANOVSKEÝ, Lubomír. *Výtahy a eskalátory*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1971, 210 s.
- [3] Stroje a zařízení ve stavebnictví. *Klub Architektů* [online]. 11. 10. 2014 [cit. 2021-5-9]. Dostupné z: <https://cs.archi-club.net/clanek/stroje-a-zarizeni-ve-stavebnictvi-69>
- [4] Výtah. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA):WikimediaFoundation, 2005, last modified on 25. 3. 2021 [cit. 2021-5-9]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/V%C3%BDtah>
- [5] Střední průmyslový škola stavební České Budějovice [online]. [cit. 2021-5-9]. Dostupné z: https://stavarna.com/download2/1538_1545_cs_vytahy.pdf
- [6] *LANA Beránek s.r.o.* [online]. [cit. 2021-5-9]. Dostupné z: <https://www.lana.cz/katalog/produkt/konstrukce-pawo-819w-en-12385-5-212467>
- [7] *LANA-ŘETĚZY.cz* [online]. [cit. 2021-5-9]. Dostupné z: <https://www.lana-retezy.cz/sestipramenna-lana-seal/>
- [8] *LANOCEL.cz* [online]. [cit. 2021-5-9]. Dostupné z: <http://www.lanocel.cz/kategorie/vytahova-lana-7/>
- [9] *TYMA CZ, s.r.o.* [online]. [cit. 2021-5-9]. Dostupné z: <https://www.tyma.cz/produkty/ploche-vytahove-a-zdvihaci-pasy/conti-polyrope/>
- [10] *Mechmes* [online]. [cit. 2021-5-9]. Dostupné z: https://mechmes.websnadno.cz/dokumenty/pri-str-01.06_vytahy.pdf
- [11] *WYKOV, spol. s.r.o.* [online]. [cit. 2021-5-9]. Dostupné z: <https://www.wykov.cz/vytahove-pohony-stroje-alfa.html>
- [12] *ZIEHL-ABEGG, s.r.o.* [online]. [cit. 2021-5-9]. Dostupné z: <https://global.ziehl-abegg.com/cz/cs/svety-produktu/technika-pohonu/vytahove-motory/zatop/>
- [13] *WYKOV, spol. s.r.o.* [online]. [cit. 2021-5-9]. Dostupné z: https://www.wykov.cz/images/wykov_vykresy_brzdy.pdf
- [14] *LIFTCOMP, a.s.* [online]. [cit. 2021-5-9]. Dostupné z: <http://www.liftcomp.cz/produkty/modernizace-a-vymena-vytahu/vybaveni-kabiny-1>
- [15] POKORNÝ, Kamil. Atypická šířka kabiny. *STARÉ VÝTAHY.CZ* [online]. [cit. 2021-5-10]. Dostupné z: https://www.starevytahy.cz/zajimave/od_patrika2/index.php

- [16] *LM METAL Lift, s.r.o.* [online]. [cit. 2021-5-10]. Dostupné z: <https://www.vytahovedily.com/>
- [17] *DYNATECH* [online]. [cit. 2021-5-9]. Dostupné z: https://www.dynatech-elevation.com/e__100_22-06-2020_en.htm
- [18] *Weforma* [online]. [cit. 2021-5-9]. Dostupné z: <https://www.directindustry.fr/prod/weforma/product-24550-583084.html>
- [19] *VÝTAHY, s.r.o.* [online]. [cit. 2021-5-10]. Dostupné z: <https://www.vytahy.com/cs/vyroba-a-modernizace-vytahu>
- [20] *GMV Martiny CZ* [online]. [cit. 2021-5-10]. Dostupné z: <http://www.hlc-gmv.cz/vytahy/vytahy.html>
- [21] *MSV výtahy, a.s.* [online]. [cit. 2021-5-10]. Dostupné z: <https://www.msv-vytahy.cz/pohony-vytahu>
- [22] *LIFT SERVIS* [online]. [cit. 2021-5-10]. Dostupné z: <http://www.liftservis.eu/cz/produkty/komponenty/pohony/>
- [23] FABIAN, Tal. Porovnání výtahů bez strojovny s klasickým trakčním výtahem. *TZB-info* [online]. 20. 4. 2009 [cit. 2021-5-10]. Dostupné z: <https://vytahy.tzb-info.cz/provoz-a-servis/5570-porovnani-vytahu-bez-strojovny-s-klasickym-trakcnim-vytahem>
- [24] *VÝTAHY VOTO, s.r.o.* [online]. [cit. 2021-5-10]. Dostupné z: <https://www.vytahy-voto.cz/vytahy/>
- [25] *OTIS* [online]. [cit. 2021-5-10]. Dostupné z: https://www.otis.com/documents/256045/45881395/Gen2Flex_2018_CZ_final.pdf/9a439fc6-369a-d582-8b33-eac0d143e3f9?t=1598005170804
- [26] *OTIS* [online]. [cit. 2021-5-10]. Dostupné z: <https://www.otis.com/cs/cz/products-services/products/mid-rise>
- [27] *KONE, a.s.* [online]. [cit. 2021-5-10]. Dostupné z: <https://www.kone.cz/stavajici-budovy/modernizace-vytahu/vymena-vytahu/nanospace.aspx>
- [28] *WITTUR, s.r.o.* [online]. [cit. 2021-5-10]. Dostupné z: <https://www.wittur.com/en/elevator-components/cars/panoramic-cars.aspx>
- [29] Výtahový systém MULTI. *Thyssenkrupp* [online]. [cit. 2021-5-10]. Dostupné z: <https://thyssenkrupp-vytahy.cz/products/elevators/passenger-elevators/multi/>
- [30] TŮMA, Jan. Výtahy, které změni architekturu budov. *Technický týdeník* [online]. 7. 3. 2020 [cit. 2021-5-10]. Dostupné z: https://www.technickytydenik.cz/rubriky/poutaky/vytahy-ktere-zmeni-architekturu-budov_49843.html

- [31] ALESSI, Christopher. *Thyssenkrupp Reimagines the Elevator as a Hyperloop for Buildings* [online]. 19. 7. 2016 [cit. 2021-5-10]. Dostupné z: <https://www.wsj.com/articles/thyssenkrupp-reimagines-the-elevator-as-a-hyperloop-for-buildings-1468875762>
- [32] KABELE, David. *Páternostery* [online]. [cit. 2021-5-10]. Dostupné z: <http://paternoster.archii.cz/paternoster.html>
- [33] Nařízení vlády 122/2016 Sb. *Výtahy Server* [online]. [cit. 2021-5-10]. Dostupné z: https://www.i-vytahy.cz/data/media/fck/file/122_2016_Sb.pdf
- [34] ČSN EN 81-20. *Bezpečnostní předpisy pro konstrukci a montáž výtahů – Výtahy pro dopravu osob a nákladů – Část 20: Výtahy pro dopravu osob a osob a nákladů*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2015
- [35] ČSN EN 81-50. *Bezpečnostní předpisy pro konstrukci a montáž výtahů – Přezkoušení a zkoušky – část 50: Konstrukční zásady, výpočty, přezkoušení a zkoušky výtahových komponent*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2015.
- [36] ČSN EN 81-70. *Bezpečnostní předpisy pro konstrukci a montáž výtahů – zvláštní úpravy výtahů určených pro dopravu osob a osob a nákladů – Část 70: Přístupnost výtahů včetně osob s omezenou schopností pohybu a orientace. 2*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2019.
- [37] ČSN EN 81-71 +AC. *Bezpečnostní předpisy pro konstrukci a montáž výtahů – Zvláštní úpravy výtahů určených pro dopravu osob a osob a nákladů – Část 71: Výtahy odolné vandalům*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2019.
- [38] ČSN 27 4011. *Bezpečnostní předpisy pro konstrukci a montáž výtahů – Podstatné změny výtahů určených pro dopravu osob nebo osob a nákladů*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018.
- [39] ČSN 27 4002. *Bezpečnostní předpisy pro výtahy – Provoz a servis výtahů*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018.
- [40] ČSN 27 4007. *Bezpečnostní předpisy pro výtahy – prohlídky a zkoušky výtahů v provozu*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014.
- [41] ČSN EN 81-28 +AC. *Bezpečnostní předpisy pro konstrukci a montáž výtahů – Výtahy pro dopravu osob a nákladů – Část 28: Dálková nouzová signalizace u výtahů určených pro dopravu osob a osob a nákladů*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2019

- [42] ČSN EN 81-73. *Bezpečnostní předpisy pro konstrukci a montáž výtahů – Zvláštní použití výtahů pro dopravu osob a nákladů – Část 73: Funkce výtahů při požáru*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2021
- [43] ČSN EN 81-80. *Bezpečnostní předpisy pro konstrukci a montáž výtahů – Existující výtahy – Část 80: Předpisy pro zvyšování bezpečnosti existujících výtahů určených pro dopravu osob nebo osob a nákladů*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2004.
- [44] CITACE PRO. *Generátor citací* [online]. [cit. 2021-5-10]. Dostupné z: <https://www.citacepro.com/slozka>